

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

UNIDAD DE POSGRADO

**“MODELO ESTRATÉGICO PARA VIABILIZAR
PROYECTOS DE GENERACIÓN DE
ELECTRICIDAD UTILIZANDO ENERGÍAS
RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN
ZONAS RURALES DEL PERÚ, PARA PROMOVER
SU DESARROLLO SUSTENTABLE”**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ingeniería Industrial

AUTOR

Elmer Hernán Ramírez Quiroz

ASESOR

Jhonny Nahui Ortiz

Lima – Perú

2015



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
ESCUELA DE POSGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIDAD DE POSTGRADO

“Modelo estratégico para viabilizar proyectos de generación de electricidad utilizando Energías Renovables No Convencionales en zonas rurales del Perú, para promover su desarrollo sustentable”

Autor: Elmer Hernán Ramírez Quiroz

Asesor de Tesis

Ph.D. Jhonny Nahui Ortiz

Miembros del Jurador Examinador

Presidente

Dr. Orestes Cachay Boza

Primer Miembro

Dra. Teonila Doria Garcia Zapata

Segundo Miembro

Dr. Juan Manuel Cevallos Ampuero

Tercer Miembro

Dr. Eulogio Santos De la Cruz

Asesor

Ph.D. Jhonny Nahui Ortiz

Lima – Perú

2015

Dedicatoria

A mis padres Marta y Fidencio quienes me dieron la vida, su amor y constante aliento.

A mis hijas Lissette y Luciana a quienes les deseo el mejor de los éxitos en sus vidas.

Agradecimiento

Mi reconocimiento a las personas e instituciones que contribuyeron con su opinión e información para la presente tesis.

2.4	Hipótesis y Variables.....	169
2.4.1	Hipótesis Principal.....	169
2.4.2	Hipótesis Secundarias.....	169
2.5	Identificación de Variables.....	170
2.5.1	Variables de la Hipótesis Principal.....	170
2.5.2	Variables de las Hipótesis Secundarias.....	171
2.6	Matriz de Consistencia.....	171
2.7	Operacionalización de Variables.....	173
2.7.1	Definición Conceptual de Variables.....	173
2.7.2	Definición Operacional de Variables.....	176
2.7.3	Matriz de Operacionalización de Variables.....	181
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA.....		183
3.1	Tipo y diseño de investigación.....	183
3.2	Unidad de análisis.....	184
3.3	Población de estudio.....	185
3.4	Tamaño de muestra.....	186
3.5	Selección de la muestra.....	187
3.6	Técnicas de recolección de datos.....	188
CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		192
4.1	Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	192
4.1.1	Análisis estructural: Método MICMAC (relaciones entre variables).....	193
4.1.2	Estrategia de actores: Método MACTOR.....	212
4.1.3	Método de Impactos Cruzados: Sistema y Matrices de Impacto Cruzado, SMIC.....	279
4.2	Validación de hipótesis.....	282
4.2.1	Validación de hipótesis secundarias.....	282
4.2.2	Validación de hipótesis principal.....	301
4.2.3	Análisis de sensibilidad de las hipótesis.....	303
4.3	Interpretación y análisis de los escenarios exploratorios.....	305
4.3.1	Primer Escenario: Continuando en las tinieblas (64).....	311
4.3.2	Segundo Escenario: Asegurando la sostenibilidad energética rural (1).....	312
4.3.3	Tercer Escenario: En búsqueda de socios estratégicos (2)....	315
4.3.4	Cuarto Escenario: Fuentes energéticas (5).....	316

4.3.5	Quinto Escenario: En búsqueda de la sostenibilidad energética (33).....	317
4.3.6	Sexto Escenario: Sin respaldo financiero (9).....	318
4.3.7	Séptimo Escenario: Reglas claras (3).....	318
4.3.8	Octavo Escenario: Socios con energía (6).....	319
4.3.9	Noveno Escenario: El sector privado a la deriva (32).....	319
4.4	Presentación de Resultados.....	320
4.5	Futuras líneas de investigación.....	333
CAPÍTULO 5: IMPACTOS.....		334
CONCLUSIONES.....		339
RECOMENDACIONES.....		343
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		346
ANEXOS.....		361

Lista de Cuadros

Cuadro 1.1	Tipos de energía utilizados en el Perú para el alumbrado en los hogares por condición de pobreza, 2011 (%).....	6
Cuadro 1.2	Índice de Desarrollo Humano y sus componentes, 2013.....	8
Cuadro 2.1	Velocidades medias y energía aprovechable del viento, 2001..	22
Cuadro 2.2	Potencial eólico del Perú.....	26
Cuadro 2.3	Irradiación promedio anual del Perú, 2003.....	28
Cuadro 2.4	Producción de energía primaria (TJ).....	29
Cuadro 2.5	Potencial energético renovable del Perú.....	33
Cuadro 2.6	Coeficiente de electrificación rural en regiones del Perú (2011)	36
Cuadro 2.7	Proyectos de electrificación rural en el Perú, según el Plan a corto plazo 2014.....	39
Cuadro 2.8	Requerimientos de energía – Primera convocatoria.....	40
Cuadro 2.9	Resultados de proyectos utilizando ERNC de la primera subasta.....	42
Cuadro 2.10	Resultados de proyectos utilizando energía hidráulica de la primera subasta.....	42
Cuadro 2.11	Proyectos eólicos en el Perú 2013-2014.....	43
Cuadro 2.12	Proyectos solares en el Perú 2013-2014.....	43
Cuadro 2.13	Proyectos con Biomasa en el Perú.....	44
Cuadro 2.14	Proyectos hidroeléctricos (mini/micro) en el Perú 2013-2014..	44
Cuadro 2.15	Alternativas de electrificación en zonas rurales por sistemas energéticos.....	63
Cuadro 2.16	Transición hacia la energía renovable (sistemas aislados) en zonas rurales.....	77
Cuadro 2.17	Datos técnicos del aerogeneradores Black 300.....	95
Cuadro 2.18a	Datos eléctricos de módulos fotovoltaicos policristalinos.....	109
Cuadro 2.18b	Datos eléctricos de módulos fotovoltaicos policristalinos.....	110
Cuadro 2.19	Nivel de tensión del sistema fotovoltaico.....	115
Cuadro 2.20	Rango de eficiencia de máquinas y sistemas electro mecánicos.....	139
Cuadro 2.21	Cálculo de la potencia para uso final a partir de la hidráulica...	139

Cuadro 2.22	Costo unitario de capacidad instalada para generación Mini y Micro hidráulica.....	140
Cuadro 2.23	Características de distintos combustibles.....	146
Cuadro 2.24	Tecnologías de generación con Biomasa.....	146
Cuadro 2.25	Ventajas, desventajas y barreras de la energía eólica.....	152
Cuadro 2.26	Ventajas, desventajas y barreras de la energía solar fotovoltaica.....	153
Cuadro 2.27	Ventajas, desventajas y barreras de la energía hidráulica.....	154
Cuadro 2.28	Ventajas, desventajas y barreras de la energía biomasa.....	154
Cuadro 2.29	Matriz de consistencia.....	172
Cuadro 2.30	Matriz de operacionalización de variables.....	182
Cuadro 3.1	Actividades principales de los profesionales participantes en el método Delphi.....	187
Cuadro 3.2	Funciones de la muestra de profesionales participantes.....	187
Cuadro 3.3	Relación de encuestas a expertos para la recolección de datos.....	190
Cuadro 3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	191
Cuadro 4.1	Matriz relacional de las opiniones de expertos que respondieron la Encuesta 1.....	197
Cuadro 4.2	Matriz de análisis estructural.....	198
Cuadro 4.3	Actores que influyen en las variables claves.....	214
Cuadro 4.4	Actores de la variable “Participación del sector privado”.....	216
Cuadro 4.5	Matriz de Influencias directas entre actores, variable “Participación del sector privado”.....	216
Cuadro 4.6	Relaciones de fuerza de actores (Ri), variable “Participación del sector privado”.....	218
Cuadro 4.7	Matriz de convergencia entre actores, variable “Participación del sector privado”.....	219
Cuadro 4.8	Matriz de divergencia entre actores, variable “Participación del sector privado”.....	220
Cuadro 4.9	Matriz de ambivalencia de actores, variable “Participación del sector privado”.....	220
Cuadro 4.10	Reto estratégico y objetivos asociados, variable “Participación del sector privado”.....	221
Cuadro 4.11	Matriz de posiciones valoradas entre Actores x Objetivos para la variable “Participación del sector privado”.....	222

Cuadro 4.12	Matriz de posiciones simples de Actores x Objetivos (1MAO), variable "Participación del sector privado".....	224
Cuadro 4.13	Matriz de posiciones valoradas de Actores x Objetivos (2MAO), variable "Participación del sector privado".....	224
Cuadro 4.14	Matriz de posiciones ponderadas valorada (3MAO), variable "Participación del sector privado".....	225
Cuadro 4.15	Actores de la variable "Gestión de los gobiernos".....	227
Cuadro 4.16	Matriz de influencias directas entre actores, variable "Gestión de los gobiernos".....	227
Cuadro 4.17	Relaciones de fuerza de actores (Ri), variable "Gestión de los gobiernos".....	228
Cuadro 4.18	Matriz de convergencia entre actores, variable "Gestión de los gobiernos".....	229
Cuadro 4.19	Matriz de divergencia entre actores, variable "Gestión de los gobiernos".....	230
Cuadro 4.20	Matriz de ambivalencia de actores, variable "Gestión de los gobiernos".....	230
Cuadro 4.21	Reto estratégico y objetivos asociados, variable "Gestión de los gobiernos".....	231
Cuadro 4.22	Matriz de posiciones valoradas entre Actores x Objetivos para la variable "Gestión de los gobiernos".....	232
Cuadro 4.23	Matriz de posiciones simples de Actores x Objetivos (1MAO), variable "Gestión de los gobiernos".....	233
Cuadro 4.24	Matriz de posiciones valoradas de Actores x Objetivos (2MAO), variable "Gestión de los gobiernos".....	234
Cuadro 4.25	Matriz de posiciones ponderadas valorada (3MAO), variable "Gestión de los gobiernos".....	234
Cuadro 4.26	Actores de la variable "Inversión".....	235
Cuadro 4.27	Matriz de influencias directas entre actores "Inversión".....	236
Cuadro 4.28	Relaciones de fuerza de actores (Ri), variable "Inversión".....	237
Cuadro 4.29	Matriz de convergencia entre actores, variable "Inversión".....	238
Cuadro 4.30	Matriz de divergencia entre actores, variable "Inversión".....	238
Cuadro 4.31	Matriz de ambivalencia de actores, variable "Inversión".....	238
Cuadro 4.32	Reto estratégico y objetivos asociados, variable "Inversión"....	239
Cuadro 4.33	Matriz de posiciones valoradas entre Actores x Objetivos para la variable "Inversión".....	240

Cuadro 4.34	Matriz de posiciones simples de Actores x Objetivos (1MAO), variable "Inversión".....	241
Cuadro 4.35	Matriz de posiciones valoradas de Actores x Objetivos (2MAO), variable "Inversión".....	241
Cuadro 4.36	Matriz de posiciones ponderadas valorada (3MAO), variable "Inversión".....	242
Cuadro 4.37	Actores de la variable "Financieros".....	243
Cuadro 4.38	Matriz de influencias directas entre actores, variable "Financieros".....	243
Cuadro 4.39	Relaciones de fuerza de actores (Ri), variable "Financieros"...	245
Cuadro 4.40	Matriz de convergencia entre actores, variable "Financieros"..	246
Cuadro 4.41	Matriz de divergencia entre actores, variable "Financieros".....	246
Cuadro 4.42	Matriz de ambivalencia de actores, variable "Financieros".....	246
Cuadro 4.43	Reto estratégico y objetivos asociados, variable "Financieros"	246
Cuadro 4.44	Matriz de posiciones valoradas entre Actores x Objetivos para la variable "Financieros".....	247
Cuadro 4.45	Matriz de posiciones simples de Actores x Objetivos (1MAO), variable "Financieros".....	248
Cuadro 4.46	Matriz de posiciones valoradas de Actores x Objetivos (2MAO), variable "Financieros".....	249
Cuadro 4.47	Matriz de posiciones ponderadas valorada (3MAO), variable "Financieros".....	249
Cuadro 4.48	Actores de la variable "Recursos energéticos renovables".....	251
Cuadro 4.49	Matriz de Influencias Directas entre actores "Recursos energéticos renovables".....	251
Cuadro 4.50	Relaciones de fuerza de actores (Ri). "Recursos energéticos renovables".....	252
Cuadro 4.51	Matriz de convergencia entre actores. "Financieros".....	253
Cuadro 4.52	Matriz de divergencia entre actores. "Recursos energéticos renovables".....	253
Cuadro 4.53	Matriz de ambivalencia de actores. "Recursos energéticos renovables".....	254
Cuadro 4.54	Reto estratégico y objetivos asociados. "Recursos energéticos renovables".....	254
Cuadro 4.55	Matriz de posiciones valoradas entre Actores x Objetivos para la variable "Recursos energéticos renovables".....	255

Cuadro 4.56	Matriz de posiciones simples de Actores x Objetivos (1MAO). “Recursos energéticos renovables”.....	256
Cuadro 4.57	Matriz de posiciones valoradas de Actores x Objetivos (2MAO). “Recursos energéticos renovables”.....	256
Cuadro 4.58	Matriz de posiciones ponderadas valorada (3MAO). “Recursos energéticos renovables”.....	256
Cuadro 4.59	Actores de la variable “Ambiental”.....	258
Cuadro 4.60	Matriz de influencias directas entre actores, variable “Ambiental”.....	258
Cuadro 4.61	Relaciones de fuerza de actores (Ri). “Ambiental”.....	259
Cuadro 4.62	Matriz de Convergencia entre Actores. “Ambiental”.....	260
Cuadro 4.63	Matriz de divergencia entre actores, variable “Ambiental”.....	260
Cuadro 4.64	Matriz de ambivalencia de actores, variable “Ambiental”.....	261
Cuadro 4.65	Reto estratégico y objetivos asociados, variable “Ambiental”...	261
Cuadro 4.66	Matriz de posiciones valoradas entre actores y objetivos, variable “Ambiental”.....	262
Cuadro 4.67	Matriz de posiciones simples de Actores x Objetivos (1MAO), variable “Ambiental”.....	263
Cuadro 4.68	Matriz de posiciones ponderadas valorada (3MAO), variable “Ambiental”.....	263
Cuadro 4.69	Actores de la variable “Normas regulatorias”.....	265
Cuadro 4.70	Matriz de influencias directas entre actores, variable “Normas regulatorias”.....	265
Cuadro 4.71	Relaciones de fuerza de actores (Ri). “Normas regulatorias”...	266
Cuadro 4.72	Matriz de convergencia entre actores, variable “Normas regulatorias”.....	267
Cuadro 4.73	Matriz de divergencia entre actores, variable “Normas regulatorias”.....	267
Cuadro 4.74	Matriz de ambivalencia de actores, variable “Normas regulatorias”.....	268
Cuadro 4.75	Reto estratégico y objetivos asociados, variable “Normas regulatorias”.....	268
Cuadro 4.76	Matriz de posiciones valoradas entre actores y objetivos, variable “Normas regulatorias”.....	269
Cuadro 4.77	Matriz de posiciones simples de Actores x Objetivos (1MAO), variable “Normas regulatorias”.....	270

Cuadro 4.78	Matriz de posiciones ponderadas valorada (3MAO), variable “Normas regulatorias”	270
Cuadro 4.79	Actores de la variable “Proveedores de equipos”	272
Cuadro 4.80	Matriz de influencias directas entre actores, variable “Proveedores de equipos”	272
Cuadro 4.81	Relaciones de fuerza de actores (Ri). “Proveedores de equipos”	273
Cuadro 4.82	Matriz de convergencia entre actores, variable “Proveedores de equipos”	274
Cuadro 4.83	Matriz de divergencia entre actores, variable “Proveedores de equipos”	274
Cuadro 4.84	Matriz de ambivalencia de actores, variable “Proveedores de equipos”	275
Cuadro 4.85	Reto estratégico y objetivos asociados, variable “Proveedores de equipos”	275
Cuadro 4.86	Matriz de posiciones valoradas entre actores y objetivos, variable “Proveedores de equipos”	276
Cuadro 4.87	Matriz de posiciones simples de Actores x Objetivos (1MAO), variable “Proveedores de equipos”	277
Cuadro 4.88	Matriz de posiciones ponderadas valorada (3MAO), variable “Proveedores de equipos”	278
Cuadro 4.89	Probabilidad de ocurrencia de eventos aislados	280
Cuadro 4.90	Probabilidades condicionales de eventos tomados de dos en dos	281
Cuadro 4.91	Clasificación de expertos según conocimiento de los temas...	281
Cuadro 4.92	Cantidad de expertos según conocimiento de los temas	281
Cuadro 4.93	Probabilidades de ocurrencias de la “Hipótesis 1” simple y condicional	283
Cuadro 4.94	Criterio referencial de validación de hipótesis	284
Cuadro 4.95	Probabilidades de ocurrencias de la “Hipótesis 2” simple y condicional	287
Cuadro 4.96	Probabilidades de ocurrencias de la “Hipótesis 3” simple y condicional	290
Cuadro 4.97	Probabilidades de ocurrencias de la “Hipótesis 4” simple y condicional	293
Cuadro 4.98	Probabilidades de ocurrencias de la “Hipótesis 5” simple y condicional	296

Cuadro 4.99	Probabilidades de ocurrencias de la “Hipótesis 6” simple y condicional.....	299
Cuadro 4.100	Probabilidades de ocurrencias simple y condicional de las hipótesis específicas.....	302
Cuadro 4.101	Matriz de elasticidad de hipótesis.....	303
Cuadro 4.102	Síntesis general de escenarios según probabilidad promedio de ocurrencia.....	305
Cuadro 4.103	Escenarios con la mayor probabilidad y cuya suma acumulada es al menos 60%.....	310

Lista de Figuras

Figura 1.1	Perú: Incidencia de la pobreza según ámbitos geográficos, 2011 (cifras en %)	4
Figura 1.2	Coeficiente de electrificación en América Latina y Caribe	5
Figura 1.3	Objetivo de Electrificación Rural por Energías Renovables	9
Figura 2.1	Potencial disponible de energía eólica en el Perú	21
Figura 2.2	Atlas eólico	26
Figura 2.3	Mapa geográfico de energía solar incidente diaria promedio anual del Perú – 2003	27
Figura 2.4	Estructura de la producción de la energía primaria 2010	29
Figura 2.5	Consumo final de energía – Nacional	30
Figura 2.6	Distribución de potenciales hidroeléctricos	32
Figura 2.7	Evolución del coeficiente de electrificación a nivel nacional en el Perú al 2011	34
Figura 2.8	Evolución del coeficiente de electrificación rural en el Perú (1993- 2010)	35
Figura 2.9	Diagrama del sistema legal y organizaciones pertinentes a electrificación rural	46
Figura 2.10	Unidades de Acceso Total a la Energía (ATE): Hogares, empresas y comunidades	61
Figura 2.11	Aspectos con capacidad de impulsar la penetración de las energías renovables en los países en desarrollo	73
Figura 2.12	Parámetros que tienen influencia en la sostenibilidad de los proyectos de electrificación	73
Figura 2.13	Valoración del papel de los agentes. Valores modales ponderados (Izquierda) y porcentaje de encuestados (derecha)	74
Figura 2.14	Principales factores que justifican una inadecuada participación del sector privado. Valores modales ponderados (Izquierda) y porcentaje de encuestados (derecha)	75
Figura 2.15	Componentes de un aerogenerador tipo	84
Figura 2.16	Aerogenerador de gran potencia 2 MW	88
Figura 2.17	Aerogenerador en zona rural	89
Figura 2.18	Partes básicas de un sistema eólico para uso rural	91

Figura 2.19	Área “A” barrida por el rotor de diámetro “D”	92
Figura 2.20	Potencia generada en función del diámetro del rotor.....	93
Figura 2.21	Aerogenerador eficiente Black 300.....	96
Figura 2.22	Capacidad de energía-PV en el mundo 1995 – 2010.....	99
Figura 2.23	Sistema fotovoltaico.....	100
Figura 2.24	Célula solar.....	101
Figura 2.25	Módulo con células de Silicio puro monocristalino.....	104
Figura 2.26	Módulo con células de Silicio puro policristalino.....	105
Figura 2.27	Curvas características de un módulo fotovoltaico.....	108
Figura 2.28	Panel Fotovoltáico.....	111
Figura 2.29	Regulador de carga solar.....	112
Figura 2.30	Inversor.....	113
Figura 2.31	Batería estacionaria de plomo abierto y placas tubulares.....	114
Figura 2.32	Seguidor solar.....	116
Figura 2.33	Instalaciones autónomas.....	117
Figura 2.34	Parque solar en Andujar-España.....	118
Figura 2.35	Definición de las horas pico solares.....	122
Figura 2.36	Línea de tiempo de los paneles solares.....	126
Figura 2.37	Distribución de costos de componentes de un sistema individual doméstico.....	127
Figura 2.38	Sistema híbrido solar - eólico en zona rural.....	129
Figura 2.39	Esquema de una Mini Central Hidráulica.....	132
Figura 2.40	Canal revestido con concreto.....	133
Figura 2.41	Tubería de presión.....	134
Figura 2.42	Casa de máquinas.....	135
Figura 2.43	Turbina Francis.....	136
Figura 2.44	Alternador.....	137
Figura 2.45	Salto de altura de caída de agua en micro centrales.....	138
Figura 2.46	Generación de la biomasa.....	142
Figura 2.47	Sistemas de generación energética con biomasa.....	143
Figura 2.48	Obtención de la energía eléctrica a partir de la biomasa.....	144

Figura 3.1	Actividades profesionales de la muestra.....	188
Figura 4.1	Etapas para la construcción de escenarios.....	192
Figura 4.2	Relación de variables de investigación.....	193
Figura 4.3	Pasos para el análisis estructural.....	195
Figura 4.4	Plano de Influencia-Dependencia relaciones directas.....	199
Figura 4.5	Plano de Influencia-Dependencia de las relaciones directas en mapa conceptual de análisis estructural.....	200
Figura 4.6	Comportamiento del sistema de acuerdo a su forma y tipo de estabilidad. “Análisis estructural con el método MICMAC y estrategia de los actores con el método MACTOR”.....	205
Figura 4.7	Comportamiento de sistema de estudio de acuerdo a su forma MICMAC.....	206
Figura 4.8	Plano de Influencia-Dependencia relaciones indirectas.....	207
Figura 4.9	Plano de desplazamiento por relaciones Directas/Indirectas.....	208
Figura 4.10	Desplazamiento por nivel de Influencia (motricidad) según relaciones indirectas.....	208
Figura 4.11	Desplazamiento por nivel de dependencia según relaciones indirectas.....	209
Figura 4.12	Plano de desplazamiento de influencia/dependencia por relaciones Directas- Potencial Directa y Potencial Indirecta.....	211
Figura 4.13	Desplazamiento por nivel de influencia según relaciones Directas-Potenciales Directas y Potenciales Indirectas.....	211
Figura 4.14	Desplazamiento por nivel de dependencia según relaciones Directa-Potencial Directa y Potencial Indirecta.....	211
Figura 4.15	Etapas para la estrategia de actores.....	213
Figura 4.16	Plano de influencia-dependencia de actores para la variable “Participación del sector privado”.....	217
Figura 4.17	Plano de convergencia entre actores orden 3, variable “Participación del sector privado”.....	219
Figura 4.18	Gráfico de distancias netas entre objetivos, variable “Participación del sector privado”.....	223
Figura 4.19	Gráfico de distancias netas entre actores, variable “Participación del sector privado”.....	226
Figura 4.20	Plano de distancias netas entre actores, variable “Participación del sector privado”.....	226
Figura 4.21	Plano de influencia-dependencia de actores para la variable “Gestión de los gobiernos”.....	228

Figura 4.22	Plano de convergencia entre actores orden 3, variable “Gestión de los gobiernos”.....	229
Figura 4.23	Gráfico de distancias netas entre objetivos, variable “Gestión de los gobiernos”.....	232
Figura 4.24	Plano de distancias netas entre actores, variable “Gestión de los gobiernos”.....	235
Figura 4.25	Plano de influencia-dependencia de actores para la “Inversión”	236
Figura 4.26	Plano de convergencia entre actores orden 3, variable “Inversión”	237
Figura 4.27	Gráfico de distancias netas entre objetivos, variable “Inversión”	240
Figura 4.28	Plano de distancias netas entre actores, variable “Inversión”....	242
Figura 4.29	Plano de influencia-dependencia de actores para la variable “Financieros”	244
Figura 4.30	Plano de convergencia entre actores orden 3, variable “Financieros”.....	245
Figura 4.31	Gráfico de distancias netas entre objetivo, variable “Financieros”	248
Figura 4.32	Plano de distancias netas entre actores, variable “Financieros”.	250
Figura 4.33	Plano de Influencia-Dependencia de actores para la “Recursos energéticos renovables”	252
Figura 4.34	Plano de Convergencia entre actores orden 3. “Recursos energéticos renovables”	253
Figura 4.35	Plano de distancias netas entre objetivos. “Recursos energéticos renovables”	255
Figura 4.36	Plano de distancias netas entre actores. “Recursos energéticos renovables”	257
Figura 4.37	Plano de Influencia-Dependencia de actores para la variable “Ambiental”	259
Figura 4.38	Plano de Convergencia entre actores orden 3. “Ambiental”	260
Figura 4.39	Plano de distancias netas entre objetivos. “Ambiental”	262
Figura 4.40	Gráfico de distancias netas entre actores, variable “Ambiental..	264
Figura 4.41	Plano de Influencia-Dependencia de actores para la variable “Normas regulatorias”	266
Figura 4.42	Gráfico de convergencia entre actores orden 3, variable “Normas regulatorias”	267
Figura 4.43	Plano de distancias netas entre objetivos. “Normas regulatorias”	269

Figura 4.44	Gráfico de distancias netas entre actores, variable “Normas regulatorias”.....	271
Figura 4.45	Plano de influencia-dependencia de actores para la variable “Proveedores de equipos”.....	273
Figura 4.46	Gráfico de convergencia entre actores orden 3, variable “Proveedores de equipos”.....	274
Figura 4.47	Gráfico de distancias netas entre objetivos. “Proveedores de equipos”.....	277
Figura 4.48	Gráfico de distancias netas entre actores, variable “Proveedores de equipos”.....	278
Figura 4.49	Histograma de probabilidades simples de la Hipótesis 1.....	284
Figura 4.50	Gráfico de probabilidades de ocurrencia para la “Hipótesis 1” de manera simple y condicional.....	285
Figura 4.51	Histograma de probabilidades simples de la Hipótesis 2.....	287
Figura 4.52	Gráfico de probabilidades de ocurrencia para la “Hipótesis 2” de manera simple y condicional.....	288
Figura 4.53	Histograma de probabilidades simples de la Hipótesis 3.....	290
Figura 4.54	Gráfico de probabilidades de ocurrencia para la “Hipótesis 3” de manera simple y condicional.....	291
Figura 4.55	Histograma de probabilidades simples de la Hipótesis 4.....	293
Figura 4.56	Gráfico de probabilidades de ocurrencia para la “Hipótesis 4” de manera simple y condicional.....	294
Figura 4.57	Histograma de probabilidades simples de la Hipótesis 5.....	296
Figura 4.58	Gráfico de probabilidades de ocurrencia para la “Hipótesis 5” de manera simple y condicional.....	297
Figura 4.59	Histograma de probabilidades simples de la Hipótesis 6.....	299
Figura 4.60	Gráfico de probabilidades de ocurrencia para la “Hipótesis 6” de manera simple y condicional.....	300
Figura 4.61	Histograma de sensibilidad de influencia de hipótesis (conjunto de expertos).....	304
Figura 4.62	Histograma de sensibilidad de dependencia de hipótesis (conjunto de expertos).....	304
Figura 4.63	Modelo estratégico para viabilizar proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales del Perú, para promover su desarrollo sostenible.....	323

Resumen

La presente investigación tiene por objetivo, proponer un modelo estratégico para viabilizar el desarrollo de proyectos de generación de electricidad, con el aprovechamiento de las ERNC en zonas rurales con población en situación de pobreza, que permita potenciar su desarrollo de manera sostenible. El estudio utiliza una metodología que se basa en la técnicas de construcción de escenarios por impactos cruzados, donde se aplica la prospectiva estratégica, así también, el diseño no experimental, en las cuales no hay manipulación de variables.

Las etapas para la construcción de escenarios se basan, primero en el análisis y determinación de las variables claves (método MICMAC), luego se identifican los actores, sus relaciones y retos mediante la estrategia de actores (método MACTOR). Con los resultados anteriores y las opiniones de los expertos, se validan las hipótesis mediante el método de impactos cruzados (método SMIC). Finalmente se generan 64 posibles escenarios de la combinatoria de las 6 hipótesis, para luego seleccionar 9 de ellos, entre los cuales figura un escenario con una alta probabilidad de 27% y otros escenarios contrastados, los cuales son analizados buscando la concordancia de los hechos factibles y proponiendo caminos que conduzcan al objetivo del estudio.

El modelo propone la participación del sector privado para el desarrollo de los proyectos energéticos, considerando el subsidio temporal por parte de los gobiernos, especialmente el central; un marco normativo que fomente la participación de los inversionistas; un sistema financiero que apoye al sector privado y la participación activa de universidades, fabricantes y proveedores.

Para que los proyectos energéticos sean sostenibles, deberán tener la concesión otorgada por el MEM, cumpliendo aspectos relacionados al sector eléctrico y cumplir con el requisito que, en aquellas zonas donde se implemente los proyectos energéticos, el uso de la electricidad genere valor

para su uso productivo. Se propone la creación de una ***Oficina de Coordinación de Proyectos Energéticos de uso Productivo***, creado dentro del Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social - MIDIS, cuyo objetivo es coordinar con el Ministerio de Energía y Minas, las zonas donde se concesionen los proyectos energéticos, considerando el uso de las energías renovables para generar electricidad, el impacto social de la población y las actividades productivas que generen rentabilidad de manera sostenible. Coordinan también con dicha oficina, el Ministerio de la Producción y el Ministerio de Agricultura y Riego, quienes deberán organizar a la población a la creación de PYMES para empresas productoras, distribuidoras y de comercialización en las diferentes actividades productivas.

PALABRAS CLAVES:

- Energías Renovables No Convencionales - ERNC
- Construcción de Escenarios por Impactos Cruzados - SMIC
- Actividades Productivas

Abstract

The actually research has for goal to propose a strategic model for developing viable electricity generation projects with use of Non-Conventional Renewable Energy, focused in poverty population located in rural place to enable enhance sustainable development. The study uses a methodology based on Cross Impact Matrices and Systems, which applies strategic prospective, as well, non-experimental design in which there isn't manipulation of variables.

The steps for building scenarios are based, first analysis and determination of key variables (MIC MAC method), then its actors are identify, also relations and strategic challenges (MACTOR method). With before results and experts opinion, hypotheses are validated through cross impact (SMIC method). Finally 64 possible scenarios combinatory are generated of 6 hypotheses, then select 9 of them, which exist a scenario with a high probability of 27% and other contrasting scenarios, which are analyzed seeking the agreement of facts feasible and proposing ways to reach the goal of the study.

The model proposal is through to privacy sector participation in energy project development, considering the temporary subsidy of the government, especially the central; a regulatory framework that encourages the investors participation; a financial system that supports the private sector and the active participation of universities, manufacturers and suppliers.

For energy projects will be implemented, they must have the concession granted by Energy and Mine Ministry, fulfilling aspects related to electricity sector and where energy projects are implemented, these should be add value to productive use for the population.

The research propose the creation of the Coordination Energy Office in Projects for Productive Use, like part of the Development and Social Inclusion Ministry, which should be coordinate with Energy and Mines

Ministry, the areas where energy projects are concessioned considering the use of renewable energy to generate electricity, social impact of population and productive activities that generate sustainable profitability of the population. Also coordinate with this office, others Ministries such as Production and Agriculture and Irrigation to organize to population the creation of small companies for production, distribution and marketing of product.

PALABRAS CLAVES:

- Renewable Energy No Conventional - ERNC
- Cross Impact Matrices and Systems - SMIC
- Productive Activities

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Situación Problemática

La problemática de la población en condición de pobreza y extrema pobreza se manifiesta fundamentalmente sobre su nivel de educación, salud, calidad de vida, productividad, etc. En el Informe Técnico del Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI¹ (2013), *“Evolución de la pobreza monetaria 2009-2013”*, indica que la pobreza en el Perú afectó al 23,9% de la población, que equivale en cifras absolutas a 7 millones 365 mil habitantes, lo que significa, que uno de cada cuatro peruanos tenía un nivel de gasto inferior al costo de la canasta básica de consumo, compuesto por alimentos y no alimentos, de los cuales el 4,7% corresponden a pobres extremos, que equivale a 1 millón 448 mil personas, caracterizándose por:

- Bajo nivel de educación. El 48,7% de los pobres y el 68,7% de los pobres extremos mayores de 15 años de edad, alcanzaron estudiar únicamente el nivel primario. El 7,7% de los pobres y el 2,0% de los pobres extremos alcanzaron estudiar algún año de educación superior (no universitaria y universitaria).
- Alta incidencia en adquirir enfermedades transmitidas por falta de aseo personal y contaminación del medio ambiente por ausencia de agua y saneamiento.

¹ **INEI:** Organismo del estado Peruano cuya misión es producir y difundir información estadística oficial que el país necesitan con calidad, oportunidad y cobertura requerida, con el propósito de contribuir al diseño, monitoreo y evaluación de políticas públicas y al proceso de toma de decisiones de los agentes socioeconómicos, el sector público y la comunidad en general.

- Limitado acceso a los sistemas de comunicación. En el año 2013, del total de hogares pobres sólo el 6,4% contaba con telefonía fija, esta cifra desciende a 0,3% en los pobres extremos. Los hogares que acceden a TV por Cable y al Internet son principalmente hogares no pobres. El 65,1% de los hogares pobres y 45,6% de los pobres extremos, tienen al menos a un miembro del hogar con teléfono celular.
- Alto número de integrantes por familia, mientras que el tamaño promedio del hogar pobre es de 4,7 miembros y el de un hogar pobre extremo de 4,8 miembros, el de un hogar no pobre es de 3,7 miembros. Ello implica la necesidad de mayor dependencia e ingreso económico para su supervivencia.

El mismo Informe señala, que la pobreza se concentra en el área rural con un 48%, siendo 3 veces más que en el área urbana, donde la Sierra, Selva y Costa Rural cuentan con el 52,9%, 42,6% y 29% respectivamente.

El Ministerio de Energía y Mina - MEM² (2013) en su Plan de Acceso Universal a la Energía señala, que tras la cumbre de Copenhague, en Dinamarca, el Secretario General de las Naciones Unidas constituyó un equipo consultivo de alto nivel para que asesore en temas de energía y cambio climático. El documento se publicó en Abril 2010 denominado “Energía para un Futuro Sostenible”. Dicho informe resalta que el Acceso Universal a la Energía es prioridad para las necesidades básicas humanas, especialmente en electricidad para satisfacer la Iluminación, comunicación y servicios comunitarios al año 2030.

El Ministerio considera, que el acceso a la energía es uno de los pilares para la lucha contra la pobreza, y es una condición mínima para el

² **Ministerio de Energía y Minas-MEM:** Ministerio del Poder Ejecutivo encargado del sector energético y minero del Perú. Tiene como misión promover el desarrollo sostenible de las actividades energéticas y mineras, impulsando la inversión privada en un marco global competitivo y facilitando las relaciones armoniosas del sector.

desarrollo de las comunidades. Su disponibilidad está asociada al mejoramiento de las condiciones de educación, salud, seguridad y actividades productivas.

En el Simposio Energía y Equidad (2012) se destacó, que pese a los esfuerzos realizados en la electrificación rural en el Perú mediante la instalación de redes eléctricas, aún hay tres millones de personas de zonas rurales que carecen de acceso a la electricidad y casi un tercio de la población usa leña como fuente principal de energía para cocinar.

Rebeca Arias, Coordinadora Residente de Naciones Unidas y Representante Residente del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD³ en el Perú, señaló que la pobreza en las zonas rurales del Perú afecta a un 56,1% de la población, que en su mayoría carecen de acceso a fuentes de energía, constituyendo una barrera importante en su proceso de desarrollo, debido a que existe una relación directa entre la energía y el desarrollo sostenible.

En el Simposio los especialistas señalaron, que casi 500 mil familias rurales, sin acceso a la electricidad, usan pilas, velas y mecheros para alumbrarse, y gastan más de 40 soles mensuales por este tipo de servicios de energía y de baja calidad. Lo más preocupante indicaron, es la contaminación que se produce al interior de las viviendas a causa del uso de combustibles como el petróleo Diésel, utilizado en los mecheros artesanales y que provocan serios problemas de salud.

Los especialistas del Simposio concluyeron la necesidad de propuestas de gestión integral de proyectos de energización, alternativas tecnológicas y de sinergias interinstitucionales para ser implementadas en las zonas rurales más alejadas del país.

³ **PNUD:** Programa que plantea estrategias para el desarrollo de capacidades nacionales a través de la asistencia técnica y el apoyo a políticas públicas. No solamente dirige proyectos, sino promover su ejecución y acompaña a los diversos actores (Estado, sociedad civil, instituciones locales, etc.) hasta que sean ellos mismos quienes se encarguen por completo de su ejecución.

En el informe No 149, “*La Electrificación rural en el Perú: Derechos y desarrollo para todos*”, desarrollado por DEFENSORÍA DEL PUEBLO (2010), se sostiene que la pobreza y la exclusión son elementos asociados a lo rural (ver Figura 1.1), especialmente los pueblos indígenas, siendo afectados por la falta de acceso a bienes y servicios básicos como la electricidad, el agua y las comunicaciones.

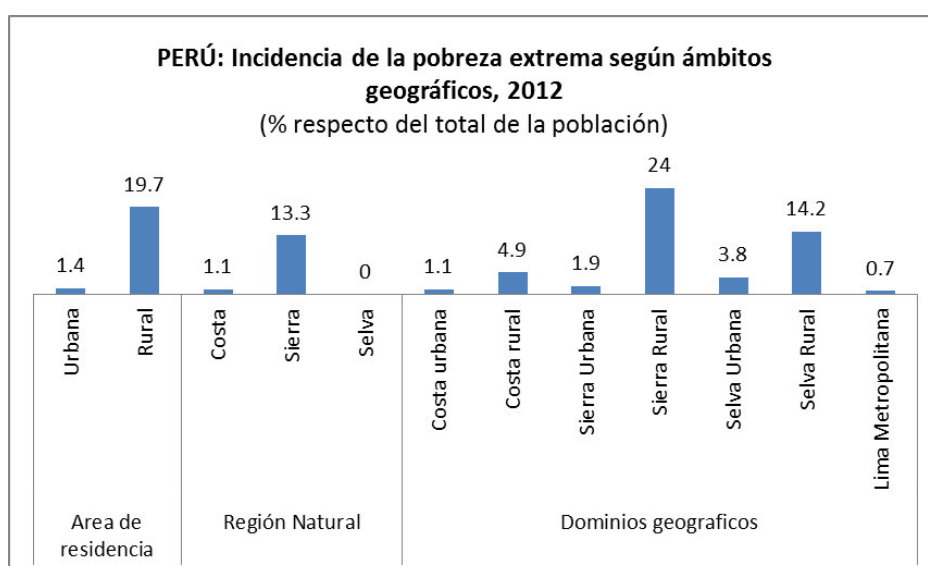
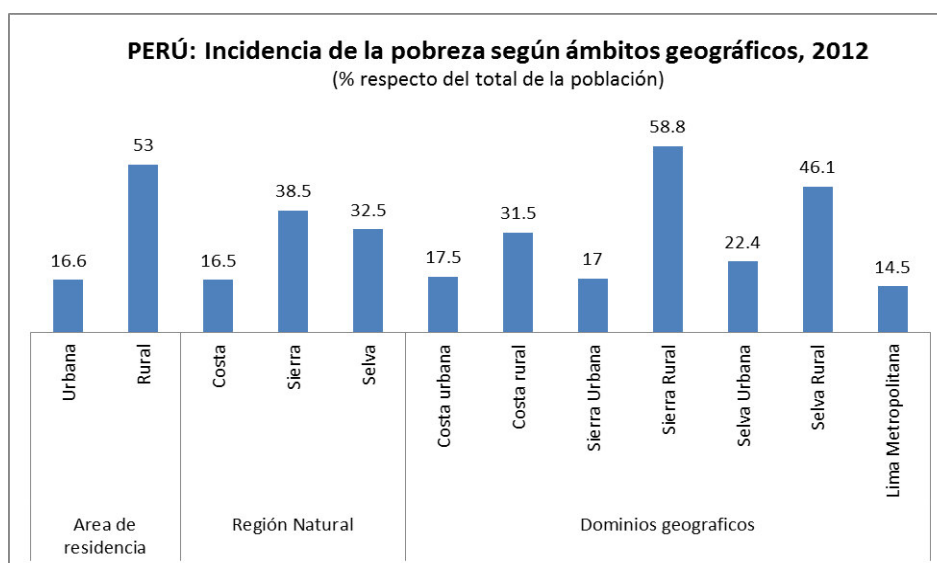


Figura 1.1 Perú: Incidencia de la pobreza y extrema pobreza según ámbitos geográficos, 2012 (cifras en %). Tomado del INEI Informe Técnico “Evolución de la pobreza 2007-2012”

La Organización Latinoamericana de Energía - OLADE⁴ (2008) señaló, que el Perú en el 2008 contaba con un coeficiente de electrificación a nivel nacional de 78,1% ubicándose dentro de los 5 últimos países de América Latina y el Caribe, sólo superior a Honduras, Bolivia, Nicaragua y Haití; mientras que 17 países presentaban un coeficiente superior al 90%, destacando Chile y Costa Rica con 99% y Uruguay y Brasil con 98%, (ver Figura 1.2).

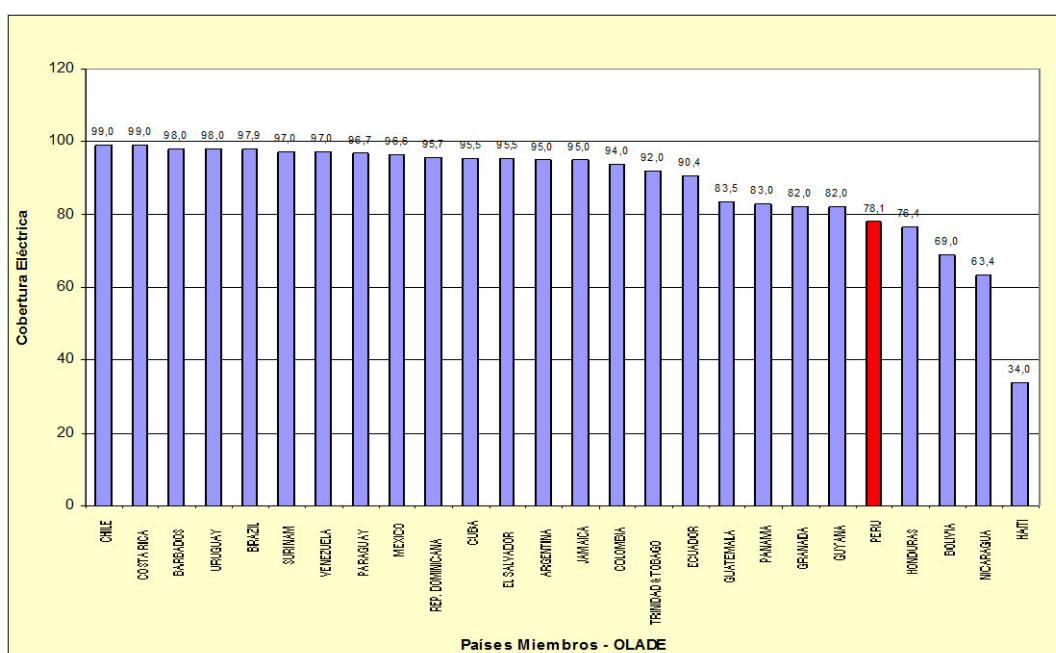


Figura 1.2 **Coeficiente de electrificación en América Latina y Caribe.** Tomado de la Organización Latinoamericana de Energía-OLADE (2008).

La Dirección General de Electrificación Rural - DGER⁵ en su Plan Nacional de Electrificación Rural - PNER⁶ 2012-2021 indica, que al finalizar el año 2011, se han estimado los siguientes coeficientes: Nacional 84.8% y Rural 63%, donde la electrificación rural en el Perú presenta características especiales como son: la lejanía y poca accesibilidad de sus localidades, el consumo unitario reducido, poblaciones y viviendas dispersas, bajo poder adquisitivo de los

⁴ **OLADE:** Es una organización política y de apoyo técnico, mediante la cual sus Estados Miembros (países de América Latina y el Caribe) realizan esfuerzos comunes, para la integración energética regional y subregional.

⁵ **DGER:** Es competente en materia de electrificación rural y ejecuta proyectos en zonas rurales localizadas aisladas y de frontera del país.

⁶ **PNER 2012-2021:** Plan Nacional de Electrificación Rural período 2012-2021 – DGER. p.7

habitantes. Asimismo, no existe suficiente infraestructura vial, encontrándose aislados. Tampoco cuentan con infraestructura social básica en salud, educación, saneamiento, vivienda, obras agrícolas, etc. Dicha situación determina una baja rentabilidad económica para los proyectos de electrificación rural, lo que desmotiva a la inversión privada y requieran de la participación del Estado.

El informe Encuesta Nacional de Hogares - ENAHO⁷ 2007-2011 señala, que los hogares pobres y los pobres extremos en el Perú cuentan con un coeficiente de electrificación de 73,2% y 53% respectivamente y que los tipos de energía utilizados para obtener iluminación, son básicamente por energía eléctrica y vela, (ver Cuadro 1.1).

Cuadro 1.1 Tipos de energía utilizados en el Perú para el alumbrado en los hogares por condición de pobreza, 2011 (%).

Tipos de energía utilizados para el alumbrado	2011			
	Pobre	Pobre extremo	Pobre no extremo	No pobre
Energía eléctrica por red pública	73,2	53,0	79,0	94,7
Kerosene (Mechero / lamparín)	3,4	6,1	2,6	0,7
Petróleo/gas (lámpara)	4,4	6,2	3,9	0,9
Vela	18,5	32,1	14,5	3,8
Generador	0,4	0,6	0,3	0,2
Otros	2,8	4,1	2,4	0,7
No utiliza	1,7	4,0	1,0	0,3

Fuente. INEI-Encuesta Nacional de Hogares. ENAHO, 2007 – 2011

DEFENSORÍA DEL PUEBLO (2010) señala en sus conclusiones del Informe No 149, la precaria coordinación entre Ministerios, instituciones y niveles de gobiernos responsables de la aplicación de la política social en el sector rural para dar servicios de electricidad, lo que en la práctica ha conducido a una duplicación de roles y de recursos en las regiones y los distritos.

⁷ **ENAHO:** Genera indicadores mensuales, que permiten conocer la evolución de la pobreza, del bienestar y de las condiciones de vida de los hogares. Se realiza a nivel nacional en el área urbana y rural, en los 24 departamentos del país y en la Provincia Constitucional del Callao.

El informe No 149 también indica, que los recursos de los gobiernos Regionales y Locales, no han sido adecuadamente canalizados para la electrificación rural, los motivos se deben a diversos aspectos, habiéndose dedicado a otras obras de infraestructura, porque los proyectos no se han concretado al no haber cumplido con la normativa existente del Sistema Nacional de Inversión Pública - SNIP⁸ o del Organismo Superior de las Contrataciones del Estado - OSCE⁹.

ENAH0 (2007-2011), concluye señalando que la carencia de electricidad en zonas rurales con pobladores en condiciones de pobreza y extrema pobreza, implica que los habitantes no tengan las condiciones de una buena calidad de vida y oportunidades de desarrollo. Así también, el informe señala, que los menores consumos de energía provenientes de fuentes modernas (electricidad y combustibles líquidos y gaseosos), están correlacionados con menores Índices de Desarrollo Humano - IDH, de acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL¹⁰, "... los países que presentan menores IDH son generalmente los que presentan también la mayor carencia relativa de servicios, en particular los de electricidad".

El Índice de Desarrollo Humano elaborado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD (2013) reveló, que el Perú se ubica en el puesto No 77, con un IDH de 0.741. El informe que evalúa a 187 países, revela que la esperanza de vida peruana es de 74,2 años y que el ingreso per cápita es de US\$ 9 306. Sin embargo, el Perú se encuentra por debajo de otros países de la región como Chile que ocupa el puesto No 40 o Argentina que se encuentra ubicado en el puesto No 45. Otros países que están por encima de Perú son Uruguay

⁸ **SNIP:** Es el sistema administrativo del Estado que a través de un conjunto de principios, métodos, procedimientos y normas técnicas certifica la calidad de los Proyectos de Inversión Pública (PIP).

⁹ **OSCE:** Organismo público y técnico adscrito al Ministerio de Economía y finanzas, con personería jurídica de derecho público encargado de promover el cumplimiento de la normativa de contrataciones del Estado peruano.

¹⁰ **CEPAL:** Es una de las cinco comisiones regionales de las Naciones Unidas con sede en Santiago de Chile. Su objetivo es contribuir al desarrollo económico de América Latina, coordinar las acciones encaminadas a su promoción y reforzar las relaciones económicas de los países entre sí y con las demás naciones del mundo.

en el puesto No 51, Cuba en el puesto No 59, Panamá en el puesto No 60 y Venezuela en el puesto No 71.

Cuadro 1.2 Índice de Desarrollo Humano y sus componentes, 2013

Clasificación según el IDH	Índice de Desarrollo Humano (IDH)	Esperanza de vida al nacer	Años promedio de escolaridad	Años esperados de escolaridad	Ingreso nacional bruto (INB) per cápita
	Valor	(años)	(años)	(años)	(PPA en US\$ de 2005)
	2012	2012	2010 ^a	2011 ^b	2012
61 México	0,775	77,1	8,5	13,7	12.947
62 Costa Rica	0,773	79,4	8,4	13,7	10.863
63 Granada	0,770	76,1	8,6 ^a	15,8	9.257
64 Libia	0,769	75,0	7,3	16,2	13.765
64 Malasia	0,769	74,5	9,5	12,6	13.676
64 Serbia	0,769	74,7	10,2 ^c	13,6	9.533
67 Antigua y Barbuda	0,760	72,8	8,9	13,3	13.883
67 Trinidad y Tobago	0,760	70,3	9,2	11,9	21.941
69 Kazajistán	0,754	67,4	10,4	15,3	10.451
70 Albania	0,749	77,1	10,4	11,4	7.822
71 Venezuela (República Bolivariana de)	0,748	74,6	7,6 ^c	14,4	11.475
72 Dominica	0,745	77,6	7,7 ¹	12,7	10.977
72 Georgia	0,745	73,9	12,1 ^o	13,2	5.005
72 Líbano	0,745	72,8	7,9 ¹	13,9	12.364
72 San Cristóbal y Nieves	0,745	73,3	8,4 ^a	12,9	12.460
76 Irán (República Islámica del)	0,742	73,2	7,8	14,4	10.695
77 Perú	0,741	74,2	8,7	13,2	9.306
78 Ex República Yugoslava de Macedonia	0,740	75,0	8,2 ^o	13,4	9.377

Fuente. PNUD: Informe sobre desarrollo humano 2013.

Es importante señalar, que el estado, sólo cuenta con la Empresa de Administración de Infraestructura Eléctrica S.A - ADINELSA para administrar las obras de electrificación construidas en zonas rurales y aisladas, con los más altos niveles de pobreza y extrema pobreza. Sin embargo, del informe de Espinoza & Asociados No 002-2011 referente a los estados financieros de ADINELSA al 31 de Diciembre del 2009 y 2010, indica en el punto 8 del dictamen lo siguiente, “En varios años de actividad la Empresa viene obteniendo resultados negativos, lo que podría inferir una situación conducente a calificarla como una Empresa que no está en marcha, bajo criterios de continuidad de negocio. Sin embargo, es importante considerar que el patrimonio empresarial se soporta en haberlo constituido con aportes de bienes de activos fijos y que los flujos operacionales de efectivo son suficientes, toda vez que la depreciación, que no constituye flujo, es la mayor carga que afecta los resultados del período. En consecuencia, no existe riesgo de considerar a ADINELSA como una empresa en marcha para aplicar los

principios de contabilidad que le corresponde al 31 de diciembre de 2010”.

El gobierno para hacer frente a la situación, solicitó asistencia para un plan maestro que promueva la electrificación por energías renovables al Japón. En respuesta a esa solicitud, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón - JICA¹¹ llevó a cabo una investigación de formación de proyecto en noviembre de 2005 y una investigación preliminar en septiembre de 2006. El estudio del Plan Maestro de Electrificación Rural con Energía Renovable en la República del Perú tuvo su informe final el 2008 donde se identificó 1,2 millones de viviendas aún no electrificadas, (ver Figura 1.3).

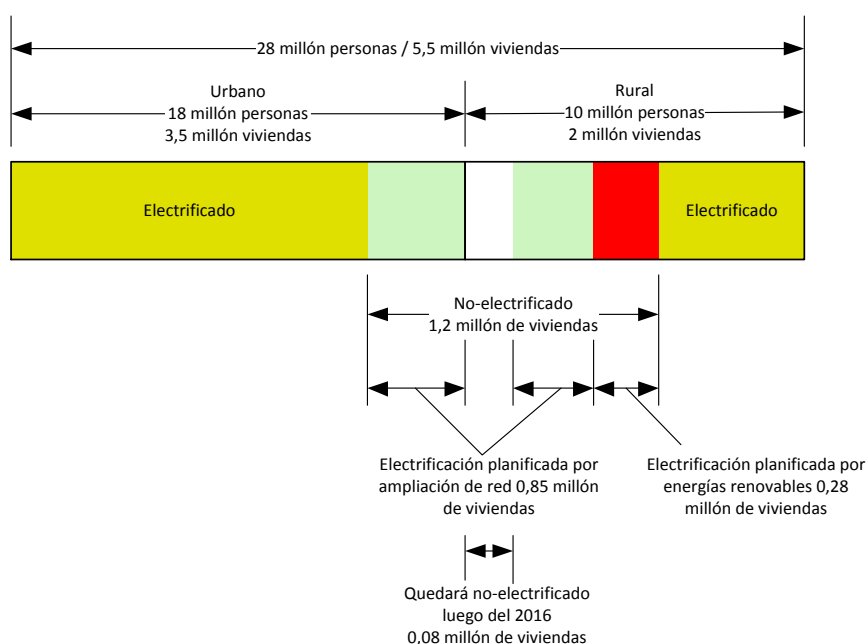


Figura 1.3 **Objetivo de Electrificación Rural por Energías Renovables.** Tomado del Plan Maestro de Electrificación Rural con Energía Renovable, República del Perú-Jica.

En base a los antecedentes descritos, hay la necesidad de desarrollar proyectos energéticos, especialmente con el aprovechamientos de fuentes primarias de energía, a fin de llegar a las zonas de bajos

¹¹ **JICA:** Es una agencia de cooperación técnica del Japón, que se orienta a la construcción de sistemas, al fortalecimiento de organizaciones y al desarrollo de recursos humanos. Ejecuta los programas en base a solicitudes de los países que están en vías de desarrollo.

recursos en situación de pobreza, de tal forma de generar un impacto positivo en la población menos favorecida ayudándolos a lograr una mejor calidad de vida y que participen de manera más rentable en su actividad productiva.

1.2 Formulación del Problema

Problema General

¿Cuáles son las variables críticas y su relación entre ellas, que permitan viabilizar proyectos energéticos de generación de electricidad con el uso de las Energía Renovables No Convencionales - ERNC, en zonas rurales del Perú para su desarrollo sostenible?

Problemas Específicos

1. ¿Cómo impacta el aspecto sociopolítico, en el desarrollo de proyectos energéticos de generación de electricidad, con el uso de las ERNC en las zonas rurales del Perú?
2. ¿Cómo influyen los aspectos técnico, económico y financiero, en el desarrollo de proyectos de generación de electricidad con el uso de las ERNC en zonas rurales del Perú?
3. ¿Qué efectos tienen los aspectos ambiental, tecnológico y humano, en el desarrollo de proyectos de generación de electricidad con el uso de las ERNC en zonas rurales de Perú?

1.3 Justificación de la Investigación

La energía eléctrica es un servicio básico importante para el desarrollo de los pueblos, pero antes que todo es un derecho de las personas, así señala MORA (2005) en “Marco de desarrollo de pueblos indígenas aplicable al proyecto de electrificación rural”. Así también indica, que

disponer de electricidad en las áreas rurales y zonas aisladas, significa mejorar los derechos económicos y sociales en aquellas comunidades que siguen siendo excluidas del desarrollo del país. El principal aporte del suministro de energía eléctrica a las comunidades rurales, es que pueden generar un impacto positivo en la calidad de vida de las poblaciones, ya que se constituirá en un eje dinámico del desarrollo socioeconómico y cultural.

MEM (2010) establece en sus objetivos de “Propuesta de Política Energética de Estado Perú 2010-2040” gozar de acceso universal al suministro energético, promoviendo el uso intenso y eficiente de las fuentes de energías renovables convencionales y no convencionales, así como la generación distribuida. Alcanzar la cobertura total del sector electricidad en el país, subsidiar de manera temporal y focalizada el uso energético en los segmentos poblacionales de bajos ingresos. Involucrar a las comunidades locales en la formulación de programas de energización rural e impulsar el uso productivo de la electricidad en las zonas rurales.

PRACTICAL ACTION¹² (2012) sostiene en su informe, “El Panorama Energético de los Pobres - 2012 energía para ganarse la vida”, que las comunidades de todo el mundo consideran que uno de los principales factores que contribuyen a su pobreza, es la falta de energía y cuando los pobres tienen acceso a la energía de manera sostenible, pueden desarrollar actividades productivas permitiéndoles salir de la pobreza. En el mismo informe se identifican las conexiones básicas entre el acceso a la energía y el ganarse la vida mediante tres mecanismos:

- El acceso a la energía contribuye a la creación de nuevas oportunidades de generación de ingresos.

¹² **PRACTICAL ACTION** (llamado Soluciones Prácticas en Latinoamérica) es una organización de desarrollo con un rasgo distintivo, que utiliza la tecnología para desafiar la pobreza desarrollando las capacidades de los pobres, mejorando su acceso a alternativas y conocimientos técnicos, y trabajando con ellos para influir en los sistemas sociales, económicos e institucionales.

- La mejora en las actividades actuales que generan ingresos en términos de rentabilidad, se da a través del aumento de la productividad, reducción de costos y mejora de la calidad de bienes y servicios,
- La reducción de los costos de oportunidad mediante la disminución de las actividades monótonas y la capacidad para la ejecución de nuevas actividades generadoras de ingreso.

LUMBRERAS (2007) en su artículo “Derechos humanos y acceso universal a la energía” considera, que la energía es más que electricidad o el combustible para el transporte, calefacción o alimentación. La energía es también, los servicios básicos que proporciona o facilita la escolarización, el acceso a la información y noticias, el acceso a mejor servicio de salud, el acceso al agua potable y la mejora de las condiciones de habitabilidad, entre otros. Pero además pueden permitir una valorización de la producción o la explotación de los recursos naturales. Es decir, la energía ofrece unos servicios que la convierten en un derecho para cualquier persona humana.

Experiencias internacionales han demostrado que la electrificación rural contribuye con el desarrollo de los pueblos, tal como se ha demostrado a través del impacto en Bangladesh-USAID (2002), donde:

- El 93,7% de las viviendas electrificadas reportó una disminución en el costo del combustible.
- El 78,2% de las viviendas reportó un incremento en el trabajo doméstico.
- El 62% de los hogares reportó un incremento en sus ingresos.
- El 81% de los integrantes de los hogares reportó incremento en hábitos de lectura.
- El 93.7% reportó un incremento en el tiempo de estudio de los niños.

- El 92% reportó un incremento en el tiempo para actividades de diversión y estándares de vida.
- El 94.7% reportó una mejora en la seguridad.

RODRÍGUEZ & SAN SEGUNDO (2005) señalan, la provisión de servicios energéticos adecuados es una estrategia y un objetivo a perseguir para mejorar las condiciones de vida de más de 2 000 millones de personas que no tienen acceso a la electricidad en el mundo. La existencia de modelos de suministro energético sostenibles es un requisito necesario para avanzar en la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio establecidos por Naciones Unidas para el 2015.

Es importante destacar lo que señala SOLUCIONES PRÁCTICAS¹³ (2009) sobre las ERNC como la solar, eólica, geotérmica, biomasa e hidráulica a pequeña escala, que han demostrado ser apropiadas para generar energía eléctrica y calorífica en poblaciones rurales, debido a que son un recurso natural local y no requieren de una inversión para combustibles. Dichas energías primarias están disponibles en las zonas rurales, donde en muchos lugares se presenta con gran intensidad.

El Perú es un país privilegiado al disponer de estas ERNC a lo largo de su territorio y dependiendo de su ubicación, es posible que exista una o más simultáneamente en un mismo lugar, de tal manera, que si son aprovechadas convenientemente, se puede lograr la sostenibilidad energética.

Para minimizar la problemática en que viven la población que no dispone del recurso básico como es la electricidad, los gobiernos central, regional y distrital, necesitan de herramientas estratégicas que

¹³ **Soluciones Prácticas:** Organismo de cooperación técnica internacional que contribuye al desarrollo sostenible de la población de menores recursos, mediante la investigación, aplicación y difusión de tecnologías apropiadas.

les permitan fomentar, facilitar y dar las condiciones para que los sectores público y especialmente el privado encuentren oportunidades claras para la generación de proyectos energéticos rentables en zonas rurales del país en situación de pobreza, de tal manera de favorecer a la población para una mejor calidad de vida, e incorporarlos a que participen de manera productiva en la actividad económica del país.

La presente investigación, propone alternativas que permitan viabilizar proyectos de generación de electricidad mediante el uso de las ERNC en zonas rurales del país, especialmente aquellas aisladas y de frontera, donde es poco probable que sean abastecidas con energía del sistema eléctrico interconectado. De implementarse, tal como señala el PNER¹⁴ (2010), la población podrá satisfacer sus necesidades en diferentes ámbitos, tales como:

Necesidades de Educación

- Contar en las escuelas con energía para utilizar herramientas informáticas como medios didácticos para el desarrollo de clases, así también, disponer de información actualizada.
- Prolongar las horas de estudio por la noche y aprovechar el tiempo en los quehaceres del hogar, con el uso de la iluminación artificial.

Necesidades de Salud

- Mantener los alimentos y medicinas en buenas condiciones con el uso de equipos de refrigeración.
- Utilizar equipos que requieran de energía eléctrica en postas médicas para una mejor calidad de atención a los enfermos.
- Reducir enfermedades digestivas al consumir agua purificada y utilizar los servicios sanitarios de mejor calidad.

¹⁴ **PNER (2010):** "Plan Nacional de Electrificación Rural, período 2011 – 2020" MEM/DGE

- Ampliar el horizonte de vida de la población a través de un mejor control y recuperación de enfermedades.

Necesidades Sociales

- Ampliar el acceso a las comunicaciones como la televisión, radio, teléfono e internet.
- Desincentivar la migración del campo a la ciudad por una mejor calidad de vida y nuevas oportunidades de negocio.
- Incluir a la población menos favorecida con los servicios básicos que les permita su desarrollo.
- Mejorar las condiciones de infraestructura para el desarrollo de la actividad turística.
- Integrar a la población a la modernidad y acceder a los beneficios que ello le confiere.
- Liberar a la mujer de trabajos pesados como trasladar leña, incrementando sus oportunidades de empleo y permitirle participar en las actividades de la comunidad.
- Reducir el esfuerzo de los niños de recoger agua y biomasa, incrementando su tiempo para el estudio.

Necesidades Económicas

- Desarrollar actividades productivas y comerciales, especialmente dando valor agregado al trabajo artesanal de productos agropecuarios y forestales.
- Generar nuevos puestos de trabajo producto de los diversos usos productivos de la energía.

Necesidades de cuidado del Medioambiente

- Evitar la contaminación del ambiente por emisiones producidos por el uso de energéticos convencionales como la leña y petróleo.

- Reducir el talado de árboles para el uso de leña.

Es importante destacar, que la investigación también contribuirá a generar conocimiento del estado del arte de las tecnologías para la explotación de las ERNC, identificar oportunidades de inversión del sector privado y proponer ideas de negocio como consecuencia del uso de la energía eléctrica.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Proponer un modelo estratégico para viabilizar el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales del Perú, que permita potenciar su desarrollo de manera sostenible.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Evaluar la participación de los diferentes actores sociopolíticos en el desarrollo de proyectos energéticos de generación de electricidad con el uso de las ERNC en las zonas rurales del Perú.
2. Evaluar el impacto técnico – económico y su financiamiento, de las alternativas energéticas para la generación de electricidad con el uso de las ERNC, focalizadas en zonas rurales del Perú.
3. Evaluar el impacto de los aspectos ambiental, tecnológico y humano, para viabilizar los proyectos energéticos de generación de electricidad con el uso de las ERNC para las zonas rurales del Perú.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Filosófico

El Ministerio de Energía y Mina - MEM (2013) en su Plan de Acceso Universal a la Energía señala, la *“Energía es prioridad para las necesidades básicas humanas, especialmente en electricidad para satisfacer la iluminación, comunicación y servicios comunitarios”*.

Por otro lado, LUMBRERAS (2007) considera que la energía es más que electricidad o el combustible para el uso en transporte, calefacción o alimentación; la energía contribuye a facilitar el estudio, el acceso a la información, agua y un mejor servicio de salud, mejorando las condiciones de habitabilidad, entre otros aspectos. Además considera, que puede permitir la productividad y explotación de los recursos naturales. Es decir, el autor deja claro y de manera explícita que la energía ofrece servicios que es fundamental y un derecho para cualquier persona humana.

Dichos argumentos conduce a una reflexión más profunda sobre la dignidad humana, entendiéndose como el derecho que tiene cada ser humano, de ser respetado y valorado como ser individual y social, con sus características y condiciones particulares, por el solo hecho de ser persona. En este sentido, es importante responder la siguiente pregunta ¿cuáles debería ser las condiciones mínimas necesarias para que toda persona viva en condiciones humanas?, la respuesta podría ser tan simple como: tener acceso al agua, electricidad, comunicación, salud, etc. Sin embargo, la realidad en países en desarrollo es crítica debido a que no se dan las condiciones mínimas de supervivencia.

Muchas personas no logran entender como es posible que habiendo abundante recursos energéticos cercano a zonas rurales habitados por pobladores en situación de pobreza, estas no cuentan con energía suficiente como la electricidad para cubrir sus necesidades básicas. La explicación a lo que pareciera irracional se debe, a que se necesita invertir miles de dólares en instalaciones para acondicionar la energía a los niveles de consumo para una población que presenta características especiales como son: la lejanía y poca accesibilidad de sus localidades, el consumo unitario reducido de energía, poblaciones y viviendas dispersas y bajo poder adquisitivo de los habitantes.

De las experiencias de otros países como es el caso de Bangladesh¹⁵ donde han demostrado que la electrificación rural contribuyó con el desarrollo de sus pueblos, se puede afirmar, que uno de los pilares para la lucha contra la pobreza es el acceso a la energía como condición mínima para el desarrollo de las comunidades, entendiéndose como energía las que se usa para iluminación artificial, funcionamiento de máquinas y equipos y para generar calor. Su disponibilidad está asociada al mejoramiento de las condiciones de educación, salud, seguridad y actividades productivas.

En este contexto y con el objetivo de lograr una mejor calidad de vida a la población que viven en situación de pobreza, habría que responder a la siguiente pregunta, ¿qué acciones se deben realizar para mejorar las condiciones de vida de las personas que habitan en zonas rurales sin energía?. Considerando que implementar proyectos en estas condiciones significa inversiones sin rentabilidad económica, implica una desmotivación de la inversión privada. Por consiguiente se requiere la participación del gobierno, con una política energética de inclusión social, promoviendo el uso de fuentes de energías primarias como el sol, viento, agua, etc. disponibles en las zonas cuya inversión sea accesible para el alcanzar una cobertura total de electrificación en el país.

¹⁵ Óp. Cit

Sin embargo es importante considerar que el subsidio de manera permanente no es una solución al problema, es necesario buscar alternativas que permitan dar solución de manera sostenible sin la participación del gobierno, en algunos caso el subsidio temporal ayuda para el primer impulso especialmente a los segmentos poblacionales de bajos recursos.

2.2 Antecedentes de Investigación

A continuación se presentan las principales investigaciones, estudios, y propuestas energéticas nacionales e internacionales respecto a la aplicación de las ERNC.

2.2.1 Panorama de las ERNC en el Perú

La siguiente información permite reconocer los recursos energéticos renovables del país, su evolución en los últimos años de crecimiento del Coeficiente de Electrificación del Perú; los principales proyectos de inversión que el estado a través del MEM esta desarrollando, su marco legal y políticas gubernamentales respecto a las ERNC, así como las principales barreras y oportunidades que intervienen para la consecución de proyectos de generación de electricidad en las zonas rurales.

2.2.1.1 Recursos energéticos renovables del país para generar electricidad. Los recursos energéticos renovables más difundidos son: Biomasa, Eólica, Solar, Geotérmica, Mareomotriz e Hidroenergía. Sin embargo, no todos estos tipos de fuentes de energía son usados para generar electricidad en zonas rurales con población en situación de pobreza, debido básicamente aspectos técnicos y económicos, donde se requiere

llegar a más beneficiarios con la menor inversión y mantenimiento de los equipos. Considerando estos criterios, se analizarán los recursos energéticos para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad en zonas rurales del Perú.

Potencial Eólico

El potencial eólico del Perú no está determinado de una manera concienzuda a lo largo de todas las regiones del país, existen y se están haciendo mediciones en zonas puntuales, sin embargo, se está avanzando lentamente con valores obtenidos del atlas eólico de donde se han realizado algunos informes.

TECH4CDM¹⁶ (2009) en su informe señala, que la capacidad instalada de energía eólica en el Perú, alcanza aproximadamente el megavatio, considerando que el país dispone de un potencial superior a los 22 GW¹⁷, y de acuerdo al Atlas Eólico del Perú los departamentos de Ica y Piura, situados en la costa, son las regiones que cuentan con el mayor potencial aprovechable, con 9 144 MW y 7 554 MW respectivamente, existiendo registros de viento de 5 a 7 m/s.

Horn, M. (2006) señala, que no se han desarrollado estudios sobre el potencial eólico en el Perú. Sin embargo, ELECTROPERU¹⁸ realizó mediciones en Punta Malabrigo, de Yacila en Piura y de Marcona en

¹⁶ **TECH4CDM**, tiene como objetivo la promoción de las tecnologías de energías renovables y eficiencia energética en cinco países de América Latina, así como potenciar las oportunidades de estas tecnologías en dichos países aprovechando las oportunidades que ofrecen los mecanismos de desarrollo limpio (MDL).

¹⁷ **GW: Giga Vatio** (1 GW = 1 000 MW = 1 000 000 Vatios.)

¹⁸ **ELECTROPERU S.A.**: Empresa estatal de derecho privado, dedicada a las actividades de la generación y transmisión de energía eléctrica.

Nazca-Ica, donde se obtuvo en Malabrigo velocidades promedio de 9,0 m/s durante un año (1988-89).

Del mapa elaborado por el MEM se deduce que muchas regiones del Perú tienen un potencial significativo de energía eólica, especialmente algunas regiones en la costa.

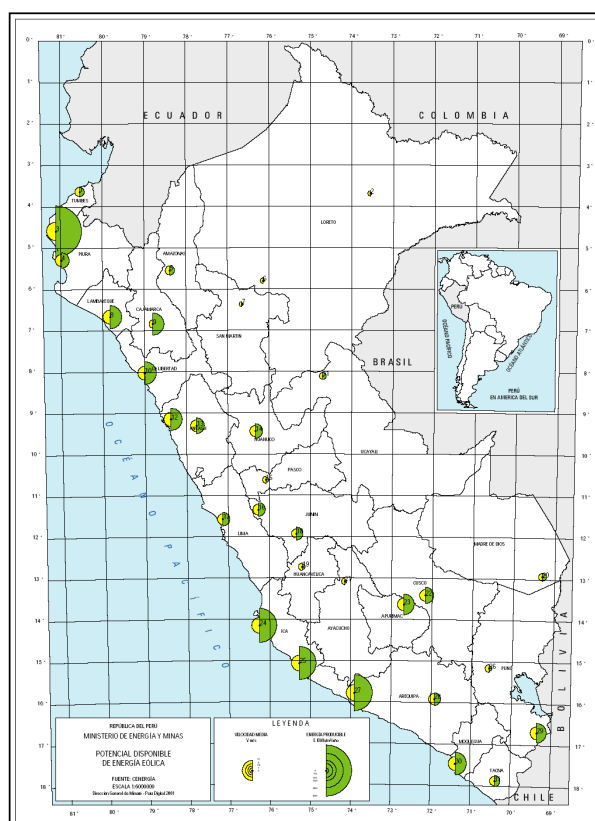


Figura 2.1 Potencial disponible de energía eólica en el Perú
(Fuente. CENERGÍA)

MEM (2001) señala, que la costa peruana cuenta con un importante potencial eólico, llegándose a alcanzar en algunos lugares velocidades promedio de 8 m/s. Reconocen que en la mayor parte de la costa, las velocidades anuales pueden alcanzar los 6m/s, considerando que son más que suficientes para

garantizar la rentabilidad de proyectos energéticos eólicos.

El siguiente cuadro muestra velocidades medias para diferentes altitudes en algunos departamentos y lugares del Perú, así como la energía aprovechable, donde se evidencia la existencia del recurso viento para la generación de electricidad por este medio.

Cuadro 2.1 Velocidades medias y energía aprovechable del viento, 2001

No.	NOMBRE	DEPTO.	ALTITUD (m.s.n.m.)	VELOCIDAD MEDIA V (m/s)	ENERGÍA PRODUCIBLE E (kWh/m ² -año)
1	Iquitos	Loreto	104	1	31
2	Tumbes	Tumbes	25	2.6	252
3	Talara	Piura	50	8.5	4993
4	Piura	Piura	46	4	642
5	Yurimaguas	Loreto	184	1.1	34
6	Chiclayo	Lambayeque	27	5.1	1281
7	Cajamarca	Cajamarca	2620	1.9	1157
8	Chachapoyas	Amazonas	1834	2.4	271
9	Tarapoto	San Martín	356	0.9	31
10	Chimbo	Ancash	11	5.5	1157
11	Trujillo	La Libertad	33	5	1243
12	Huánuco	Huánuco	1859	3.6	554
13	Pucallpa	Pucallpa	145	1.6	156
14	Ana	Ancash	2748	3.8	638
15	Aeropuerto	Lima	13	3.4	507
16	Marcapomacocha	Junín	4413	3.5	499
17	Cerro de Pasco	Pasco	4333	1.7	94
18	Pto. Maldonado	Madre de Dios	256	1.8	188
19	Cusco	Cusco	3399	3.8	692
20	Huancayo	Junín	3350	2.6	457
21	Huancavelica	Huancavelica	6670	1.8	105
22	Ayacucho	Ayacucho	2761	1.5	59
23	Curahuasi	Apurímac	2678	4.4	1052
24	San J. de Marcona	Ica	31	6.4	2329
25	Laguna Grande	Ica	10	6.5	2465
26	Juliaca	Puno	3824	1.9	113
27	Arequipa	Arequipa	2518	3.6	452
28	Punta Atico	Arequipa	20	6.7	2701
29	Punta de Coles	Moquegua	50	5	1223
30	Desagadero	Puno	3809	4.5	935
31	Tacna	Tacna	452	2.5	363

Fuente. MEM: Atlas Minería y Energía en el Perú 2001

A la fecha el Perú dispone de información obtenida de:

- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI encargada de evaluar los registros de viento a nivel nacional.
- Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial - CORPAC SA¹⁹ registra en los aeropuertos la velocidad y dirección del viento.
- ELECTROPERU registró información la cual no es habida.

¹⁹ CORPAC S.A: Empresa de servicio de tránsito aéreo.

Los principales estudios realizados para evaluar el recurso energético del viento en el Perú son:

- OLADE (1983): Mapa Eólico preliminar del Perú, con registros de 48 estaciones.
- ITINTEC (1987) ahora INDECOPI²⁰: Estudio Nacional de Evaluación de Aerobombas.
- ELECTROPERU (80-90): Evaluación de recursos eólicos en Malabrigo y Marcona.
- MEM/DEP (1998): Informe del Potencial Eólico del Perú, elaboró un mapa eólico preliminar.
- MEM (2001): Atlas de Minería y Energía en el Perú.

El MEM a través de su DGER ha elaborado el Atlas Eólico del Perú 2008, donde se pueden obtener velocidades del viento para diferentes localidades, altura de medición y en un mes determinado del año, permitiendo tener una referencia del recurso eólico para el desarrollo de proyectos energéticos en zonas del Perú.

El estudio de la implementación del sistema digital para la evaluación preliminar del potencial de recurso eólico que culmina con el documento ATLAS EÓLICO DEL PERÚ, indica que al norte del País, a lo largo de la costa del departamento de Piura, se presenta como buen potencial eólico, así como con un máximo de viento medio anual en el sur de la región. El departamento de Lambayeque también es interesante así como algunas zonas del norte de La Libertad. También los departamentos de Ancash, Lima y

²⁰ **INDECOPI:** Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, tiene como funciones la promoción del mercado y la protección de los derechos de los consumidores. Además, fomenta en la economía peruana una cultura de leal y honesta competencia, resguardando todas las formas de propiedad intelectual: desde los signos distintivos y los derechos de autor hasta las patentes y la biotecnología.

Arequipa contienen ciertas áreas cercanas a la costa que son propicias para el aprovechamiento de la energía eólica, pero el departamento que más destaca por registrar promedios climáticos de viento especialmente altos es Ica, cuya línea costera supera los 8 m/s de viento medio anual en varias zonas.

El documento resalta que hacia el interior, las zonas con abundante recurso eólico se reducen a algunas áreas próximas a la cordillera de los Andes, mientras que las regiones cubiertas por bosque tropical presentan los promedios de viento más bajos del país. De los departamentos del interior, Puno es el que tiene una mayor extensión de terreno con viento anual superior a 4 m/s, llegando incluso a superar los 5 m/s en numerosos sistemas montañosos y en la orilla norte del lago Titicaca.

Algunas zonas montañosas del sur de Cuzco y el norte de Arequipa también alcanzan estos promedios, así como amplias zonas de los departamentos de Ayacucho, Huancavelica y el este de Lima. Hacia el norte, desde el interior de Ancash hasta el límite entre Cajamarca y Piura, los valores de viento medio sobre la cordillera de los Andes se encuentran entre los más altos de Perú, con el inconveniente de la difícil accesibilidad.

El estudio ha realizado una estimación de la potencia eólica total y aprovechable del Perú, donde para filtrar las zonas con potencial eólico suficiente, se ha calculado la producción en cada uno de los puntos simulados sobre tierra con un generador estándar de 2 MW de potencia nominal y 80 m de diámetro de rotor a

la altura de 80 m sobre el suelo. Con estos supuestos, se ha estimado la potencia eólica total del Perú en más de 77 000 MW, sin considerar zonas off-shore (en el mar), tal como indica el Cuadro 2.2.

En este mismo Cuadro se considera la potencia aprovechable, a una fracción del total que es realizable a nivel teórico por no existir impedimentos prácticos. Para el Atlas Eólico, dado lo extenso del territorio, deben emplearse unos criterios limitados y muy claros para filtrar las ubicaciones en las que por razones evidentes no es posible una instalación eólica. Las zonas que se han eliminado del cálculo con este filtrado tenían uno o varios de los siguientes condicionantes:

- Altitud igual o superior a 3 000 m.s.n.m.
- Pendiente igual o superior al 20%.
- Pertenecer a un centro poblado o al casco urbano de una ciudad.
- Estar ubicado en una zona protegida, arqueológica o de amortiguamiento.
- Existir en ese lugar ríos, quebradas o lagos.
- Después de aplicar este filtrado, el cálculo ha arrojado un valor del potencial eólico aprovechable del Perú superior a los 22 000 MW.

Cuadro 2.2 Potencial eólico del Perú

Departamento	Potencia Total (MW)	Potencia Aprovechable (MW)
Amazonas	1380	6
Ancash	8526	138
Apurímac	0	0
Arequipa	1992	1158
Ayacucho	114	0
Cajamarca	18360	3450
Callao	0	0
Cuzco	0	0
Huancavelica	0	0
Huánuco	54	0
Ica	18360	9144
Junín	48	0
La Libertad	4596	282
Lambayeque	2880	564
Lima	1434	156
Loreto	0	0
Madre de Dios	0	0
Moquegua	144	0
Pasco	0	0
Piura	17628	7554
Puno	162	0
San Martín	504	0
Tacna	942	0
Tumbes	0	0
Ucayali	0	0
TOTAL PERÚ	77394	22452

Fuente. Atlas eólico (2008). MEM

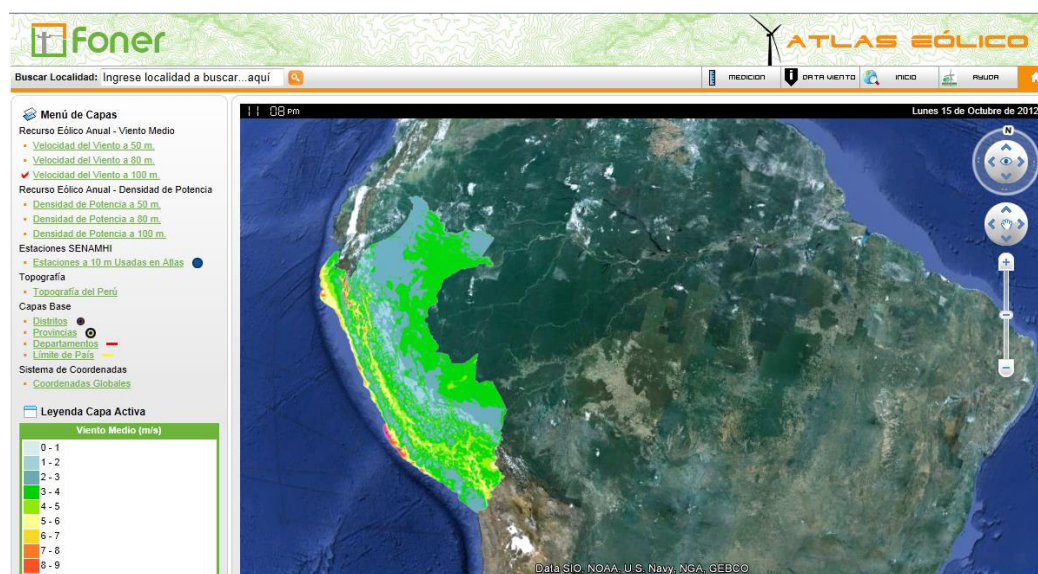


Figura 2.2 Atlas eólico. Tomado de: <http://dger.minem.gob.pe/atlassolar>

Potencial Solar

TAMAYO²¹ (2011) afirma que la energía solar es el recurso energético con mayor disponibilidad en casi todo el territorio peruano. La radiación solar, varía según la latitud (a mayor distancia de la línea ecuatorial menor radiación), la altura sobre el nivel del mar (a más altura más radiación), la orografía (valles profundos tienen menos horas de sol) y la nubosidad (a mayor nubosidad menos radiación).



Figura 2.3 **Mapa geográfico de energía solar incidente diaria promedio anual del Perú – 2003.** Tomado de: DEP-MEM: Atlas de energía solar del Perú.

De acuerdo a las mediciones del SENAMHI Cuadro 2.3, el Perú dispone de energía solar uniforme durante todo el año en tres principales rangos, de norte a sur cercano a la costa entre 6,0 a 6,5 kWh/m^2 ; desde la

²¹ *Ibíd.*, p.26

sierra norte hasta el oriente central entre 5,0 a 5,5 kWh/m² y la selva oriental y central entre 4,0 a 4,5 kWh/m². El siguiente cuadro presenta la irradiación promedio anual del sol sobre las diferentes regiones del Perú.

Cuadro 2.3 Irradiación promedio anual del Perú, 2003

Lugar	Irradiación promedio anual (kW/m ²)
Costa Sur	6,0 – 6,5
Costa Centro	5,5 – 6,0
Costa Norte	6,0 – 6,5
Sierra Sur	5,5 – 6,0
Sierra Centro	6,0 – 6,5
Sierra Norte	5,0 – 5,5
Selva Sur	5,0 – 5,5
Selva Norte	4,5 – 5,0

Fuente. Elaboración propia del Atlas de energía solar del Perú.

Potencial en Biomasa

TAMAYO (2011) señala, que el potencial de biomasa en el Perú aún no ha sido plenamente estudiado, básicamente los proyectos actuales han surgido principalmente de la industria. En muchos países en vías de desarrollo, la leña representa una parte importante en el balance de energía.

En el Perú la leña, bosta y bagazo ha experimentado una reducción de la oferta interna bruta de energía, debido a un menor consumo de estos energéticos, tal como muestra el Cuadro 2.4. Para el caso del bagazo, la reducción de la producción se explica por una disminución en la producción de caña de azúcar en el año 2010.

Cuadro 2.4 Producción de energía primaria (TJ)

Fuente	2009	2010	Variación (%)
Energía Comercial			
Gas Natural + LGN (*)	299 781	463 542	54,6
Petróleo Crudo	150 133	153 633	2,3
Hidroenergía	89 523	90 190	0,7
Carbón Mineral	4 259	2 693	'-36,8
Subtotal	543 697	710 059	30,6
Energía No Comercial			
Leña	105 677	102 774	'-2,7
Bagazo	18 823	18 207	'3,3
Bosta & Yareta	10 299	8 661	'-15,9
Energía Solar (**)	214	239	11,7
Subtotal	135 012	129 881	'-3,9
TOTAL	678 709	839 940	23,8
(*) Producción fiscalizada		(**) Estimado	
Fuente . MEM Balance nacional de energía 2010			

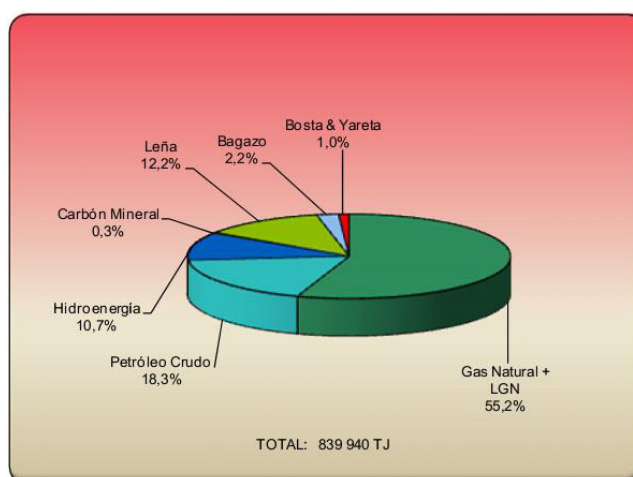
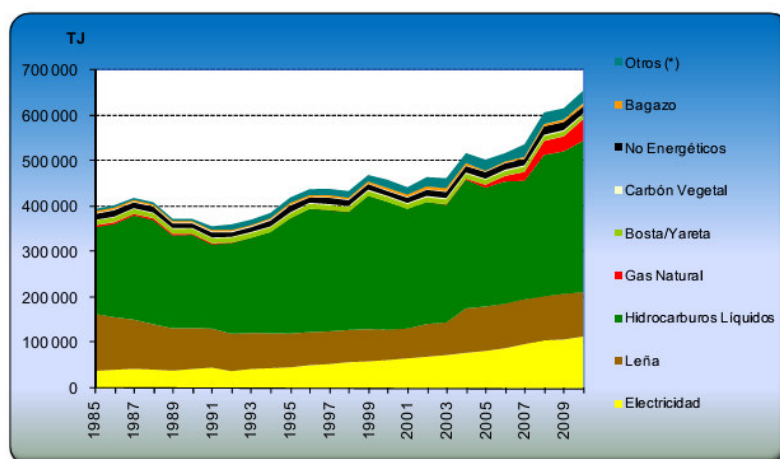


Figura 2.4 Estructura de la producción de la energía primaria 2010.
Fuente. MEM Balance nacional de energía 2010

La leña es un energético que se consume en gran cantidad sobre todo en zonas rurales, su consumo tiene una tendencia decreciente. Algunos consumidores de Kerosene pasaron a usar GLP²² pero en las zonas rurales se volvió a utilizar leña en el uso de cocción (ver Figura 2.5).

²² GLP: Gas Licuado de Petróleo



(*) Carbón Mineral y derivados

Fuente: Matrices Energéticas desde 1985 hasta 2010

Figura 2.5 Consumo final de energía - Nacional

Energía hidráulica a pequeña escala

Están consideradas aquellas mini centrales cuya potencia son menores a 20 MW por considerarse con poco impacto ambiental.

El Ministerio de Energía y Minas del Perú - MEM, a través de la Dirección de Fondos Concursables de la Dirección General de Electrificación Rural (DGER) reveló que el Perú cuenta con un potencial de casi 70 000 MW que pueden ser aprovechados por hidroeléctricas de pequeña y mediana escala.

La DGER resaltó que esta evaluación sitúa al Perú como uno de los países más atractivos para el desarrollo de aprovechamientos hidroeléctricos, por lo que los resultados estarán a disposición de todos los inversionistas interesados en desarrollar estas centrales.

ROSSINELLI ex Director General de DGER, señaló que los resultados del potencial es producto del estudio

que realizó la consultora Halcrow para determinar el potencial hidroeléctrico del Perú para el rango de 1 a 100 MW. Recopiló información de cientos de estaciones de temperatura, pluviometría y escorrentía.

Además de información complementaria que se reúne en mapas temáticos y un modelo digital del terreno a partir de datos y mapas del Instituto Geográfico Nacional, mediante el cual se calcularon las pendientes de los ríos y se definió la red hidrográfica.

El potencial hidroenergético se calculó de acuerdo a dos métodos: uno teórico, que cuantifica el potencial máximo de cada zona; y otro técnico que tiene en cuenta la factibilidad técnico-económica de cada aprovechamiento.

JICA²³ señala, que las mayores capacidades hidroeléctricas en el Perú han sido desarrolladas en regiones montañosas. En el caso de la energía hidroeléctrica a pequeña escala, abarca desde varias docenas a 500 kW aproximadamente, debido a que algunas veces el potencial hidroeléctrico mini/micro es factible con un salto que varía de varios metros a varias docenas de metros, siendo necesario que las centrales eléctricas estén cerca de los lugares de la demanda (centro poblado) debido a la adopción de mini-redes aisladas, teniendo en cuenta la reducción del costo de construcción para las líneas de distribución.

Para identificar el potencial hidroeléctrico mini/micro, es necesario considerar las condiciones naturales tales

²³ Óp. Cit. p.16

como topografía y clima, además factores sociales como distancia entre el lugar de construcción y las localidades adyacentes y existentes.

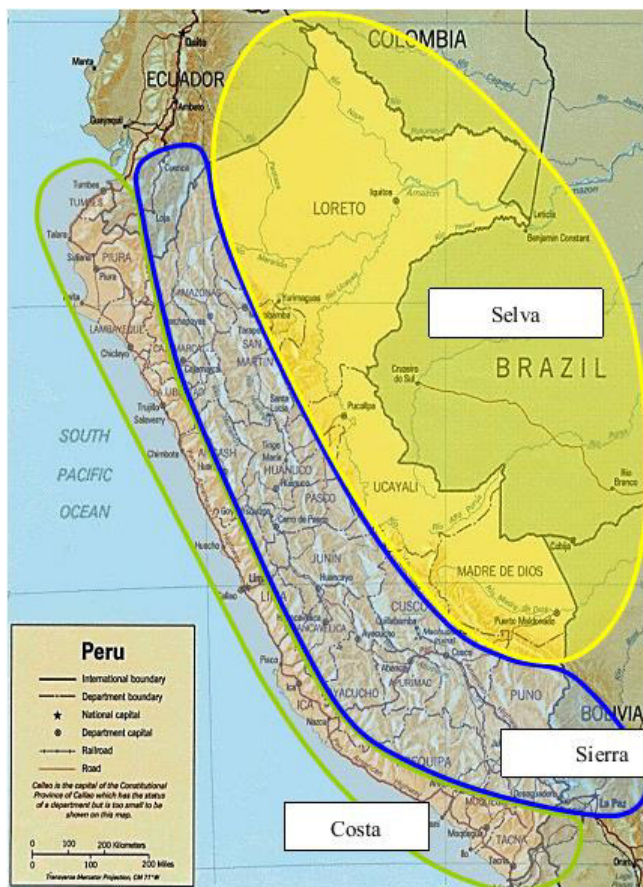


Figura 2.6 Distribución de Potenciales Hidroeléctricos. Tomado de:
Estudio del Plan Maestro de Electrificación Rural con
Energía Renovable en la República del Perú - JICA

En resumen, se considera de acuerdo a estudios realizados por el MEM, que el potencial energético renovable del Perú en sus diferentes fuentes, puede considerarse como potencial aprovechable y utilizado las que se muestra en el siguiente Cuadro.

Cuadro 2.5 Potencial energético renovable del Perú

Potencial Energético Renovable		
Sector Económico	Potencial Aprovechable (MW)	Capacidad Utilizada (MW)
Hidráulico	70,000 ^(c)	3,098 ^(a) 283 ^(b)
Eólico	22,000 ^(d)	232 ^(b)
Solar ^(e)		96 ^(b)
Costa	6.0 a 6.5 kWh/m ²	
Sierra	5.5 a 6.0 kWh/m ²	
Selva	4.5 a 5.0 kWh/m ²	
Biomasa	272 MM Ton ^(f)	31.0 ^(b)
Geotérmica	2,860 ^(g)	0

(a) No incluye los proyectos en ejecución.

(b) Proyectos eléctricos RER, entrarán en operación en operación comercial en el periodo 2012 - 2013.

(c) Fuente: MEM, 2011. Plan Referencia de Electricidad 2009 – DGE.

(d) Fuente: MEM, 2008. Mapa Eólico del Perú - Atlas Eólico.

(e) Fuente: MEM, 2003. Atlas de Energía Solar del Perú.

(f) Fuente: FAO, 2010.

(g) Fuente: MEM, 2011. Informe Plan Maestro de Geotermia

2.2.1.2 Evolución del coeficiente de electrificación

El PNER 2011-2020²⁴ presenta estadísticas de la evolución del coeficiente de electrificación a nivel nacional, donde se observa que el Perú ha experimentado en los últimos 20 años un lento crecimiento en su nivel de electrificación, habiendo incrementado en 1,5% en promedio anual durante este período. La Figura 2.7 muestra la evolución donde se observa que del año 1992 al 2011 se ha incrementado en 28,2% estando el coeficiente de electrificación al año 2011 en 83%.

²⁴ PNER Ibíd. (pp.10 y 40)

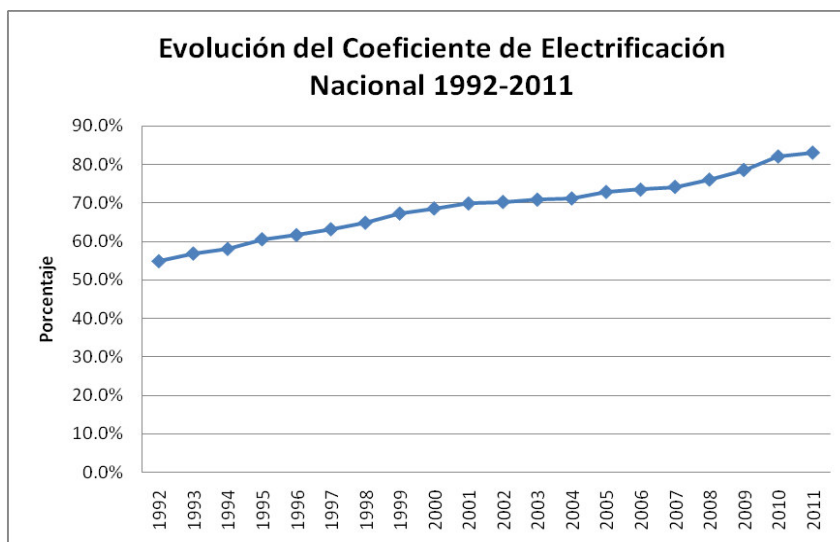


Figura 2.7 Evolución del coeficiente de electrificación a nivel nacional en el Perú – 2011. Fuente. DGER-MEM: PNER 2011-2020

Sin embargo, el coeficiente de electrificación rural del Perú a fines del año 1993 fue de 7,7%, desde este año el Estado a través del Ministerio de Energía y Minas ha venido ejecutando programas de electrificación rural, utilizando para ellos diversas tecnologías aplicable a esa realidad, sobre la base de una selección de fuentes de energía, las mismas que consideran en primer término la extensión de redes del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional - SEIN y/o la de los Sistemas Aislados - SSAA, a partir de las cuales se desarrollan los Sistemas Eléctricos Rurales - SER, mostrando un crecimiento anual sostenido, alcanzando un valor aproximado de 55% al finalizar el año 2010 (Ver Figura 2.8).

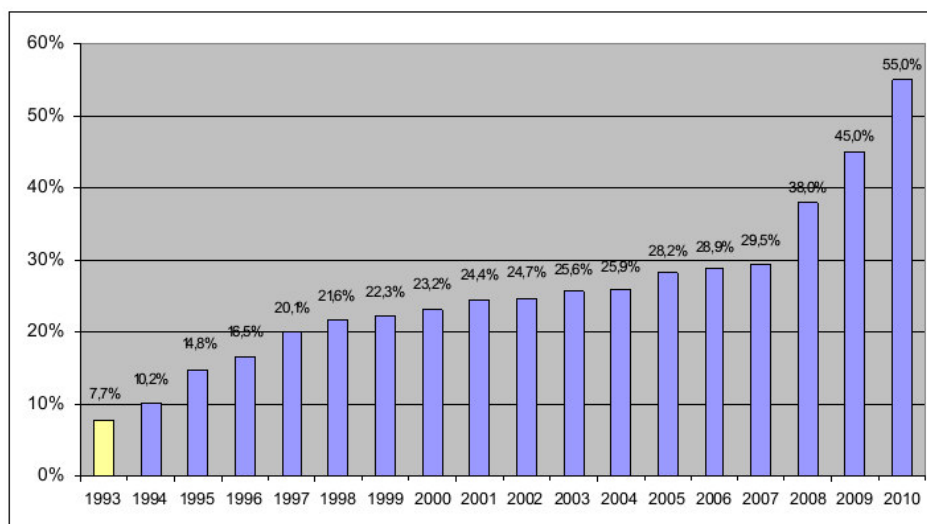


Figura 2.8 Evolución del coeficiente de electrificación rural en el Perú (1993- 2010)
(Fuente. DGER-MEM: PNER 2011-2020)

A nivel región el coeficiente de electrificación aún es más crítico, estando las regiones de Cajamarca, Apurímac, Amazonas y Huánuco con menor coeficiente, inferior a 67,5% al 2011. Estos valores se corroboran con el nivel de crecimiento de las regiones y el nivel de pobreza y extrema pobreza en que se encuentran la población. En el Cuadro 2.6 se presenta los Coeficientes de Electrificación por región, destacando también Lima y Lambayeque como las regiones con índices más altos del orden de 93,5 % y 90,6 % respectivamente.

Cuadro 2.6 Coeficiente de electrificación en regiones del Perú (2011)

Región	Coeficiente de Electrificación 2011 (%)
Total Nacional	83,0
Amazonas	67,3
Ancash	82,6
Apurímac	64,5
Arequipa	85,9
Ayacucho	74,3
Cajamarca	64,0
Cusco	72,7
Huancavelica	73,3
Huánuco	66,8
Junín	78,7
La Libertad	81,0
Lambayeque	90,6
Lima	93,5
Loreto	79,1
Madre de Dios	81,4
Moquegua	81,1
Pasco	78,8
Piura	81,0
Puno	75,4
San Martín	77,3
Tacna	85,9
Tumbes	82,6
Ucayali	74,9

Fuente. PNER 2011- 2020

2.2.1.3 Principales proyectos y oportunidades de inversión.

El ex Ministro de Energía y Minas, Jorge Merino inauguró en Agosto del 2013 obras de electrificación en el centro poblado Chanta Alta, distrito de La Encañada, región Cajamarca, beneficiando a 1 200 viviendas con 6 000 pobladores. Explicó que la meta para el 2016 es que 95 de cada 100 cajamarquinos tengan luz eléctrica. Ofreció que la meta es instalar 500 mil paneles solares en todo el territorio nacional.

El Ministerio de Energía y Minas a través de su DGER en su “*Plan a Corto Plazo 2014*” publicó la relación de proyectos declarados viables ubicados en las zonas rurales, localidades aisladas y de frontera del país previsto a desarrollarse. Los Sistemas Eléctricos Rurales - SER corresponden a proyectos de

generación, transmisión y distribución, mediante ampliación de redes o con energías renovables y se ejecutarán por:

- El gobierno nacional (DGER/MEM).
- Los gobiernos regionales y locales y
- Empresas concesionarias de distribución.

El Plan indica, que los proyectos de electrificación rural deberán tener los siguientes lineamientos:

- Garantizar a los pobladores el acceso universal al servicio de energía eléctrica, prioritariamente a las localidades rurales, aisladas y zonas de frontera.
- Buscar el equilibrio técnico–económico tanto en su construcción como en su operación futura, que garanticen sostenibilidad y continuidad del suministro eléctrico a la población beneficiada.
- Usar de manera intensiva las energías renovables en la electrificación de localidades rurales aisladas y en zonas de frontera.
- Generar riqueza en las zonas rurales mediante la electrificación rural, no limitándose sólo a la iluminación de viviendas y alumbrado público.
- Promover las actividades de educación y capacitación de los consumidores en las zonas rurales.
- Con los usos productivos de la electricidad se dará valor agregado a la producción agrícola, pecuaria y artesanal. Se asegurará así el tránsito de la actual economía campesina de subsistencia hacia una economía competitiva de mercado, generando

crecimiento con inclusión social en las zonas rurales del país.

El Plan tiene por objetivo, desarrollar un total de 209 proyectos de electrificación por un monto de inversión total ascendente a S/. 241 millones, con los que se electrificarán a su término 2 210 localidades y la población beneficiada será de 292 mil habitantes.

Asimismo, la DGER/MEM viene desarrollando el Programa masivo de Electrificación Rural con sistemas fotovoltaicos, dirigido especialmente a las poblaciones que se encuentran en los lugares más apartados del país, que tienen altos índices de pobreza y donde la red eléctrica convencional no llegaría en los próximos diez años, y su ejecución permitirá seguir cerrando la brecha de infraestructura eléctrica. Se han identificado las localidades y el número de viviendas a nivel nacional, que podrían ser atendidas con estos sistemas, estimándose en aproximadamente 500 mil viviendas. Este programa no requerirá presupuesto del gobierno central, debido a que se realizará bajo la modalidad de Asociación Pública Privada con participación de las empresas distribuidoras de electricidad.

Del total de 258 proyectos, se estima alcanzar en el 2014 una cobertura eléctrica nacional de 92% y de 78% en el ámbito rural. En el siguiente cuadro se resume lo establecido en el presente Plan del MEM.

Cuadro 2.7 Proyectos de electrificación rural en el Perú, según el Plan a corto plazo 2014

Proyectos a cargo	Cantidad de proyectos	Monto total de inversión (S/.)	Número de Localidades	Numero de Viviendas	Población
DGER/MEM	209	682 291 872	2 210	66 292	291 686
Gob. Regionales y Locales	27	64 395 599	409	11 854	52 157
Empresas Concesionarias	22	81 503 196	612	20 470	91 074
Total año 2014	258	828 190 667	3 231	98 616	434 917

Fuente. MEM-DGER (2013)

La DGER-MEM en su Plan Nacional de Electrificación Rural período 2011–2020 señala, que viene utilizando con mayor intensidad, los paneles solares como una alternativa de suministro de energía a localidades rurales y/o comunidades nativas muy aisladas, donde no es posible llegar con los sistemas convencionales, para atender las necesidades básicas de energía eléctrica de estas localidades, priorizando las zonas de frontera y la Amazonía.

El ex Ministro de Energía y Minas, MERINO²⁵ (2013) declaró el 21 de julio del 2013 que en el marco de la política del gobierno central de llevar electricidad a los lugares más alejados del interior del Perú, se instalarán alrededor de 500 000 paneles solares en viviendas de las zonas más aisladas del departamento de Puno. Cada familia contará con un panel solar que les permitirá a los habitantes disponer de energía eléctrica para disponer de luz, teléfono, televisión y para que los niños tengan acceso a una computadora.

El proyecto forma parte de la iniciativa del gobierno, en la instalación de 500 000 paneles solares en las zonas

²⁵ **ANDINA:** Agencia peruana de noticias.

rurales alejadas de la sierra y selva del país, hasta el 2016, con una inversión de 400 millones de dólares.

MERINO destacó también, que el objetivo final del programa es llevar electricidad a más de dos millones de peruanos que viven en zonas de extrema pobreza y que no pueden contar con energía eléctrica mediante redes convencionales.

En los últimos años algunos proyectos de ERNC a mayor escala se han desarrollado, y están en construcción proyectos provenientes de subastas. La subasta de la electricidad generada con Recursos Energéticos Renovables - RER, se desarrolló de acuerdo con el marco normativo para promoción de las energías renovables establecido a fines del año 2008. Su objetivo fue seleccionar mediante un proceso de subasta los proyectos de generación RER con biomasa, eólica, solar y pequeñas hidroeléctricas para el suministro de electricidad al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional. Los requerimientos de energía en la primera convocatoria fueron según el cuadro siguiente:

Cuadro 2.8 Requerimientos de energía – Primera convocatoria

Tecnología RER	Biomasa	Eólica	Solar	Total
Energía requerida (GWh/año)	813	320	181	1314

Fuente. OSINERGMIN²⁶

La primera convocatoria tuvo en total 22 empresas con 33 proyectos participantes, distribuidos según los Cuadros 2.9 y 2.10:

²⁶ **OSINERMINING:** Organismo Supervisor de la Inversión de Energía y Minería.

Cuadro 2.9 Resultados de proyectos utilizando ERNC de la primera subasta

Tecnología	Postor	Proyecto	Punto de Suministro	Precio Ofertado (Cv US\$/kWh)	Potencia a instalar (MW)	Factor de planta (%)	Energía Adjudicada (GWh/año)	Fecha de Puesta en operación comercial	Condición
Biomasa	Agro Industrial Paramonga S.A.A.	Central de Cogeneración Paramonga I	Paramonga Existente 138 kV	5,200	23,000	57,000%	115,000	31/03/2010	Adjudicado en 1° Ronda
Biomasa	Petramas S.A.C.	Huaycoloro	Cajamarquilla 220 kV	11,000	4,400	73,000%	28,295	01/07/2011	Adjudicado en 1° Ronda
Eólica	Consorcio "Cobra Perú S.A. / Perú Energía Renovable S.A."	Marcona	Marcona 220 kV	6,552	32,000	52,980%	148,378	01/12/2012	Adjudicado en 1° Ronda
Eólica	Energía Eólica S.A.	Central Eólica Talara	Talara 220 kV	8,700	30,000	46,000%	119,673	29/06/2012	Adjudicado en 1° Ronda
Solar	Consorcio Panamericana Solar 20TS (Grupo T-Solar Global, S.A. / Solarpack Corporación Tecnología, S.L.)	Panamericana Solar 20TS	Ilo ELP 138 kV	21,500	20,000	28,900%	50,676	30/06/2012	Adjudicado en 1° Ronda
Solar	Grupo T-Solar Global, S.A.	Majes Solar 20T	Repación 138 kV	22,250	20,000	21,500%	37,630	30/06/2012	Adjudicado en 1° Ronda
Solar	Grupo T-Solar Global, S.A.	Repación Solar 20T	Repación 138 kV	22,300	20,000	21,400%	37,440	30/06/2012	Adjudicado en 1° Ronda
Solar	Consorcio Tacna Solar 20TS (Grupo T-Solar Global, S.A. / Solarpack Corporación Tecnología, S.L.)	Tacna Solar 20TS	Tacna (Los Héroes) 66 kV	22,500	20,000	26,900%	47,196	30/06/2012	Adjudicado en 1° Ronda
Eólica	Energía Eólica S.A.	Central Eólica Cupisnique	Guadalupe 220 kV	8,500	80,000	43,000%	302,952	29/06/2012	Adjudicado en 2° Ronda

Fuente. OSINERGMIN–GART(2011). "El Informativo".

Cuadro 2.10 Resultados de proyectos utilizando energía hidráulica de la primera subasta

Postor	Proyecto	Punto de Suministro	Precio Ofertado (Qtv US\$/kWh)	Potencia a instalar (MW)	Factor de planta (%)	Energía Adjudicada (GWh/año)	Fecha de Puesta en operación comercial	Condición
Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C.	Central Hidroeléctrica Santa Cruz II	Huallanca 138 kV	5,500	6,50	66,000%	33,0	01/07/2010	Adjudicado
Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C.	Central Hidroeléctrica Santa Cruz I	Huallanca 138 kV	5,500	6,00	65,000%	29,5	29/05/2009	Adjudicado
Hidrocarriete S.A.	Central Hidroeléctrica Nuevo Imperial	Cantera 220 kV	5,599	3,97	81,340%	25,0	01/05/2012	Adjudicado
Eléctrica Yanapampa S.A.C.	Central Hidroeléctrica Yanapampa	Paramonga Nueva 138 kV	5,600	4,13	77,430%	28,0	01/12/2012	Adjudicado
Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C.	Central Hidroeléctrica Huasahuasi II	Caripa 138 kV	5,700	8,00	70,500%	42,5	01/04/2012	Adjudicado
Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C.	Central Hidroeléctrica Huasahuasi I	Caripa 138 kV	5,800	7,86	70,000%	42,5	01/10/2012	Adjudicado
Sindicato Energético S.A. (SINERSA)	Central Hidroeléctrica Chancay	Zapallal 220 kV	5,850	19,20	85,000%	143,0	31/12/2012	Adjudicado
Sindicato Energético S.A. (SINERSA)	Central Hidroeléctrica Poechos 2	Piura Oeste 220 kV	5,950	10,00	75,000%	50,0	27/05/2009	Adjudicado
Maja Energía S.A.C.	Central Hidroeléctrica Roncador	Paramonga Nueva 220 kV	5,985	3,80	88,890%	28,1	01/12/2010	Adjudicado
Generadora de Energía del Perú S.A.	Central Hidroeléctrica La Joya	Repartición 138 kV	5,995	9,60	65,000%	54,7	01/10/2009	Adjudicado
Generadora de Energía del Perú S.A.	Central Hidroeléctrica Angel I	San Gaban 138 kV	5,997	19,95	75,000%	131,0	31/12/2012	Adjudicado
Generadora de Energía del Perú S.A.	Central Hidroeléctrica Angel II	San Gaban 138 kV	5,998	19,95	75,000%	131,0	31/12/2012	Adjudicado
Generadora de Energía del Perú S.A.	Central Hidroeléctrica Angel III	San Gaban 138 kV	5,999	19,95	75,000%	131,0	31/12/2012	Adjudicado
Eléctrica Santa Rosa S.A.C.	Central Hidroeléctrica Pumaicana	Paramonga Nueva 220 kV	6,000	1,80	71,300%	9,0	01/07/2011	Adjudicado
Consorcio "Energoret Ingenieros Consultores E.I.R.L. / Manufacturas Industriales Mendoza S.A."	Central Hidroeléctrica Shima	Tocache 138 kV	6,400	5,00	75,000%	32,9	30/09/2012	Adjudicado
Duke Energy Egenor S. en C. por A.	Central Carhuaquero IV	Carhuaquero 220 kV	7,000	10,00	76,000%	66,5	22/05/2008	Adjudicado
Duke Energy Egenor S. en C. por A.	Central Carhuaquero Brava	Carhuaquero 220 kV	7,000	6,00	41,000%	21,5	19/02/2009	Adjudicado

Fuente. OSINERGMIN–GART (2011). “El Informativo”.

El Cuadro 2.11 presenta los nuevos proyectos eólicos correspondientes a las últimas subastas que conectarán al sistema interconectado nacional en 220 kV, los cuales entraran en operación el 2013 y 2014. Es importante indicar que dichos proyectos no atenderán la demanda de la población rural aislada, sin embargo

son los primeros a nivel comercial que se construyen en el país.

Cuadro 2.11 Proyectos eólicos en el Perú 2013-2014

Proyecto	Potencia (MW)	Inversión estimadas (MM US\$)
Primera Subasta		
Cupisnique	80	246
Talara	30	108
Marcona	32	96
Segunda Subasta		
Tres Hermanas	90	270
TOTAL	232	720

Fuente. Elaboración propia

Los nuevos proyectos solares que entrarán en operación el 2013- 2014 correspondientes a las últimas subastas son:

Cuadro 2.12 Proyectos solares en el Perú 2013-2014

Proyecto	Potencia (MW)	Inversión estimadas (MM US\$)
Primera Subasta		
Panamericana	20	87
Majes	20	75
Repartición	20	75
Tacna	20	85
Segunda Subasta		
Moquegua	16	68
TOTAL	96	390

Fuente. Elaboración propia

TAMAYO²⁷ (2011) indicó, que los proyectos actuales han surgido de la identificación por parte principalmente de la industria. Su desarrollo más difundido es mediante el uso de biodigestores.

²⁷ Ibid, pp. 34-35

En el Perú el principal proyecto de generación de electricidad mediante la Biomasa se encuentra en la Central Térmica de Paramonga de la empresa AIPSA²⁸, con una potencia instalada de 23 MW, utilizando como combustible la quema del bagazo de caña obtenido del proceso de producción de azúcar. La generación de electricidad proviene de turbinas a vapor.

Los proyectos con tecnología Biomasa correspondiente a la segunda subasta y son:

Cuadro 2.13 Proyectos con Biomasa en el Perú

Proyecto	Potencia (MW)	Inversión estimadas (MM US\$)
Primera Subasta		
Central de cogeneración Paramonga	23	9,3
Huaycoloro	4,4	9,2
Segunda Subasta		
La Gringa V	2	4,2
TOTAL	29,4	22,7

Fuente. Elaboración propia

Los nuevos proyectos hidroeléctricos mini/micro correspondiente a las últimas subastas son:

Cuadro 2.14 Proyectos hidroeléctricos (mini/micro) en el Perú 2013-2014

Proyecto	Potencia (MW)	Inversión estimadas (MM US\$)
Primera Subasta		
17 centrales	179,7	212,8
Segunda Subasta		
7 centrales	102	120,8
TOTAL	281,7	333,6

Fuente. Elaboración propia

²⁸ **AIPSA:** Empresa Agroindustrial Paramonga S.A.

2.2.1.4 Marco legal y políticas gubernamentales. JICA²⁹

señala en su estudio de investigación, que las principales leyes directamente relacionadas con la electrificación rural con energía renovable son las siguientes:

- Ley General de Electrificación Rural (Ley No.28749 publicada el 30 de mayo del 2006), sus normas modificatorias y reglamentos complementarios.
- Ley de Promoción y Utilización de Recursos Energéticos Renovables No Convencionales en Zonas Rurales, Aisladas y de frontera del País (Ley N° 28546 publicada el 16 de junio del 2005).
- Ley de Concesiones Eléctricas (Decreto Ley No.25844 publicado el 19 de noviembre del 1992). Ley que regula la industria eléctrica.
- Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada (Ley N° 27332 publicada el 29 de julio del 2000): Ley que crea OSINERGMIN como organismo regulador de las inversiones en el sector energía. Entre sus funciones se encuentra la supervisión para el cumplimiento de obligaciones legales, contractuales y técnicas, regulación de la tarifa y la solución de conflictos entre las empresas y consumidores.
- Ley que crea Fondo de Compensación Social Eléctrico - FOSE (Ley N° 27510 publicada el 28 de agosto del 2001): Ley que crea el subsidio cruzado para el grupo de pobreza con pequeños volúmenes de consumo eléctrico.
- Ley que crea el Sistema Nacional de Inversión Pública - SNIP (Ley N° 27293 publicada el 28 de

²⁹ JICA Óp. Cit, p.8

junio del 2000): Esta ley regula los fondos públicos para una inversión eficiente.

- Promoción de las Inversiones Privadas en la Infraestructura de Servicios Públicos. Decreto que promueve las inversiones privadas en infraestructura de servicios públicos (Decreto Ley N° 758 publicado el 13 de noviembre del 1991).
- Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas (Decreto No. 29-94-EM publicado el 8 de junio del 1994)

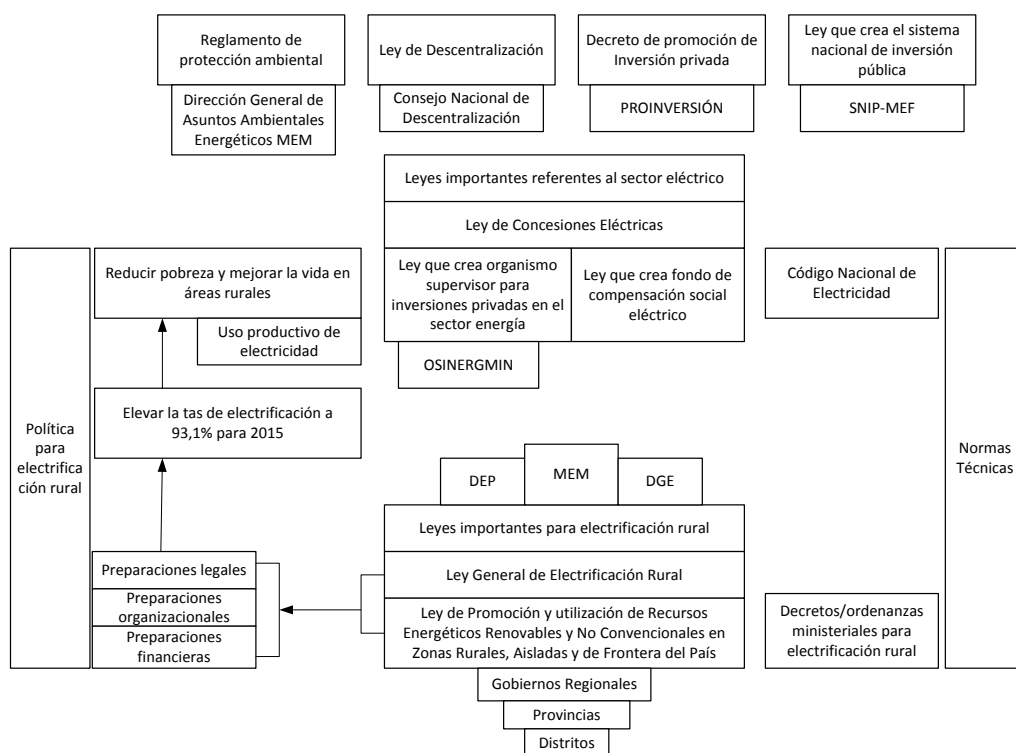


Figura 2.9 Diagrama del sistema legal y organizaciones pertinentes a electrificación rural.
Tomado del MEM del Perú.

El MEM (2013) en su “*Plan de Acceso Universal a la Energía*” establece como objetivo general, promover desde el ámbito energético, el desarrollo económico, eficiente, sustentable con el medio ambiente y con

equidad, implementando proyectos que permitan ampliar el acceso universal al suministro energético, priorizando el uso de fuentes energéticas disponibles, debiendo establecer su viabilidad técnica, social y geográfica de los proyectos mencionados, con el objeto de generar una mayor y mejor calidad de vida de las poblaciones de menores recursos en el país, en el periodo 2013-2022.

Así también, dentro de los objetivos específicos señala:

- Acceder a la electricidad para Iluminación, comunicación y servicios comunitarios.
- Propiciar los usos productivos de la energía, tales como: mejora de productividad (bombeo de agua, mecanización, entre otros), procesando productos agrícolas para su comercialización y combustible para el transporte; en este último caso, se debe priorizar proyectos para el suministro y uso del Gas Natural - GN, en los lugares con poblaciones de menores recursos, con el propósito de promover su bienestar y del desarrollo económico en el marco de la política de “Inclusión Social”.
- Los proyectos a implementarse para el acceso universal a la energía deben orientarse a la eficiencia energética.

Para tal efecto, los lineamientos de política aplicables al Plan de Acceso Universal a la Energía en relación de la energía eléctrica son:

- Alcanzar la cobertura total de los subsectores energéticos - Electricidad e Hidrocarburos.

- Subsidiar y/o garantizar de manera temporal y focalizada el costo de infraestructura y/o equipos de suministro de la energía en los segmentos poblacionales de bajos ingresos del Perú.
- Involucrar a los gobiernos regionales y locales en la formulación de los programas de suministro de energía en las poblaciones vulnerables en zonas rurales y urbanas.
- Impulsar el uso productivo de la energía en zonas aisladas, rurales y urbano-marginales.
- Priorizar e impulsar la construcción de sistemas de transporte de energía que garanticen la seguridad y confiabilidad del sistema energético nacional.
- Promover la inversión privada para la implementación de infraestructura energética a nivel nacional, a través de diversos mecanismos.
- Impulsar la construcción de infraestructura energética básica para cubrir las necesidades del servicio universal.

Los recursos para la implementación del Plan de Acceso Universal a la Energía los siguientes:

- El Fondo de Inclusión Social Energético -FISE, creado mediante Ley No 29852.
- Transferencias del sector público
- Fondos creados por el estado
- Fuentes de financiamiento externo
- Aportes, asignaciones y donaciones
- Recursos a través de convenios
- Recursos según Plan Nacional de Electrificación Rural 2013 – 2022.

En lo que respecta al desarrollo de nuevos suministros en la frontera energética, se realizará mediante programas de expansión de la red eléctrica, programas de sistemas fotovoltaicos rurales (solar home systems) y otros que defina el MINEM, considerando para ello las necesidades humanas básicas y concretas (salud, educación y otros), la factibilidad técnica en el uso del recurso energético y la viabilidad económica del mismo. Los mecanismos específicos para el desarrollo de nuevos suministros en la frontera energética, podrán consistir en la aplicación de subsidios de parte o de la totalidad del costo de sistemas fotovoltaicos (considerando Iluminancia, eficiencia y tiempo de vida útil), focalizados a usuarios de poblaciones más vulnerables.

La población considerada en el Plan Nacional de Electrificación Rural 2013 – 2022, son aquellas ubicadas en zonas en las que es inviable la construcción de redes de distribución eléctrica, focalizando la población más vulnerable, mediante el levantamiento de información de campo de las necesidades energéticas insatisfechas, aplicando para cada área geográfica la tecnología que corresponda, considerando factores socio-culturales y económicos.

Los proyectos para mejora de uso energético considera la sustitución de lámparas (alumbrado público y residencial) por tecnologías eficientes de iluminación. Así también, el uso de energías renovables para la generación eléctrica aislada (Mini hidráulicas, río generadores, río bombas, entre otros).

Finalmente las metas establecidas por el gobierno son:

- Ejecución de proyectos de electrificación rural conectada a la red para 6 221 577 habitantes al 2022.
- Instalación de 500 000 sistemas fotovoltaicos para usuarios residenciales de poblaciones más vulnerables, sin acceso a redes de distribución de energía eléctrica para favorecer a 2 200 000 habitantes al 2016.
- Distribución y/o venta de lámparas fluorescentes compactas a hogares de menores ingresos.
1 500 000 Lámparas
- Colocación de 500 000 lámparas ahorradoras de energía en edificios públicos.
- Reemplazo de 100 000 lámparas HPS (High pressure sodium) en alumbrado público, por lámparas LED o de inducción.

El PNER 2011-2020³⁰ indica, que la electrificación rural en el Perú se rige por la “Ley General de Electrificación Rural N° 28749” (2006), y su Reglamento aprobado con Decreto Supremo N° 025-2007-EM (2007). Dicha ley tiene como objetivo establecer el marco normativo para la promoción y el desarrollo eficiente y sostenible de la electrificación de zonas rurales, localidades aisladas y de frontera.

En mayo del 2009, se aprobó el Decreto de Urgencia N° 056-2009 que autoriza al Ministerio de Energía y Minas, de manera excepcional, a financiar o ejecutar obras de electrificación dentro de las zonas de concesión de las empresas de distribución eléctrica,

³⁰ Ibíd, p.6

con los recursos del Decreto Legislativo N° 1001 y cuya priorización y supervisión de la ejecución está a cargo del Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado - FONAFE, según lo dispuesto en Decreto Supremo N° 029-2008-EM.

En diciembre de 2009, se aprobó el Decreto de Urgencia N° 116-2009, mediante el cual se promueve el servicio público de electricidad, en zonas urbano marginales del país, autorizándose al Ministerio de Energías y Minas a asumir el costo de conexión, y a financiar los proyectos de electrificación dentro del área de concesión de las empresas de distribución eléctrica, con recursos de OSINERGMIN y que serán devueltos en un plazo máximo de 10 años.

Con respecto al marco legal promotor de recursos energéticos renovables se rigen de acuerdo:

- Ley N° 28546: Ley de Promoción y Utilización de Recursos Energéticos Renovables No Convencionales. Junio, 2005
- DS N° 050-2008-EM: Reglamento de la Generación de Electricidad con Energías Renovables. Mayo, 2008
- DL N° 1002: Ley de Promoción, Inversión, Generación de Electricidad, Uso de Energías Renovables. Mayo, 2008
- DL N° 1058: Promueve la inversión en generación eléctrica con recursos hídricos y otros recursos renovables. Junio, 2008

El Ministerio de Energía y Minas (2010), formuló el documento *“Propuesta de Política Energética de*

Estado Perú 2010-2040”, con el objetivo de plantear política de estado en el campo energético que sirva de guía para garantizar el abastecimiento del consumo en un marco de desarrollo sostenible.

La propuesta se focaliza en establecer un sistema energético que satisfaga la demanda nacional de energía de manera segura, oportuna, sostenible y eficiente, que se soporta en la planificación y en la investigación e innovación continúa. Para ello ha establecido objetivos que permitan lograr lo señalado anteriormente, y aquellos que están referidos al estudio de la investigación son:

- Definir proyectos e inversiones para lograr una matriz energética diversificada en base a energía renovables – convencionales y no convencionales, hidrocarburos, geotermal y nuclear que garanticen la seguridad energética del país.
- Promover el uso intenso y eficiente de las fuentes de energías renovables convencionales y no convencionales; así como la generación distribuida.
- Lograr una participación limitada y eficiente de empresas del estado en la exploración, producción, generación, transporte, transmisión, distribución de energía hasta lograr un mercado competitivo.
- Alcanzar la cobertura total del sector de electricidad.
- Subsidiar de manera temporal y focalizada el uso de energéticos en segmentos poblacionales de bajos ingresos.
- Asignar la responsabilidad de mantener el suministro de electricidad, en los sectores urbanos

marginales y rurales, a las empresas distribuidoras en su ámbito de influencia.

- Involucrar a las comunidades locales en la formulación de programas de energización rural.
- Impulsar el uso productivo de la electricidad en zonas rurales.
- Intensificar las prácticas de responsabilidad social de los actores del mercado energético.
- Dictar políticas que impulsen el uso de las energías basados en tecnologías con baja emisión de carbono.
- Limitar el uso de la biomasa en la matriz energética nacional.
- Promover que los proyectos energéticos obtengan los beneficios de los certificados de carbono.
- Desarrollar e implementar políticas energéticas de largo plazo.
- Promover la actualización periódica del marco regulatorio mediante mecanismos de consultas públicas.
- Promover la implementación de un centro de información y banco de proyectos para facilitar la inversión en el sector energético.
- Fomentar programas de capacitación y actualización que mejoren la alta especialización de los recursos humanos que laboran en el sector público.
- Crear un centro de investigación tecnológico energético, con énfasis en recursos renovables y establecer el marco para su sostenibilidad académica y financiera continua.

La propuesta de Política Energética de Estado Perú 2010-2040 señala el interés por parte del gobierno, en el uso intenso y eficiente de las fuentes de ERNC, contar con una matriz energética diversificada, un abastecimiento energético sostenible, el acceso universal al suministro energético, la aplicación de la eficiencia energética, ser autosuficiente en la producción de energéticos, con el mínimo impacto ambiental, y estar integrados con mercados energéticos, en los próximos 30 años.

El MEM a través de su DGER (2010), emitió otro documento denominado “*Plan Nacional de Electrificación Rural (PNER) para el período 2011-2020*”, teniendo como misión ampliar la frontera eléctrica nacional mediante la ejecución de planes y proyectos de electrificación de centros poblados rurales, aislados y de frontera; de manera articulada entre los diferentes niveles de Gobierno (Nacional, Regional y Local) así como con entidades públicas y privadas, involucradas en el proceso de electrificación y ser el elemento dinamizador del desarrollo rural integral. Tiene como visión para el año 2020, alcanzar un coeficiente de electrificación nacional de casi 98%, contribuyendo a reducir la pobreza; así como mejorando el nivel y la calidad de vida del poblador rural, aislado y frontera del país.

El PNER (2011-2020) en su diagnostico destaca que la electrificación rural en el Perú presenta características especiales como son: la lejanía y poca accesibilidad de sus localidades, el consumo unitario reducido, poblaciones y viviendas dispersas, bajo poder adquisitivo de los habitantes. Asimismo, no existe

suficiente infraestructura vial, encontrándose aislados. No cuentan también con infraestructura social básica en salud, educación, saneamiento, vivienda, obras agrícolas, etc.

El Plan Nacional indica, que las características de las zonas rurales determina una baja rentabilidad económica para los proyectos de electrificación rural, significando que no son atractivos a la inversión privada y requieren de la participación activa del Estado. Sin embargo, el PNER considera que los proyectos tienen una alta rentabilidad social, ya que integra a los pueblos a la modernidad, educación, comunicación con el mundo, mejoras en salud, amplía el horizonte de vida, facilita las labores domésticas a las amas de casa, y además sirve para promocionar proyectos de uso productivo, como bombeo de agua potable y regadío, panaderías, pequeñas soldadoras, aserraderos, entre otras pequeñas industrias. La ley también señala que los recursos para la electrificación rural se constituirán en bienes inembargables a través de:

- Transferencias del sector público.
- Fuentes de financiamiento externo.
- 100% del monto de las sanciones que imponga OSINERGMIN a las empresas concesionarias.
- 25% de los recursos de la privatización de empresas eléctricas.
- 4% de las utilidades de las empresas de generación, transmisión y distribución del sector eléctrico.
- Aportes, asignaciones y donaciones.

- Recursos a través de convenios.
- Aporte de los usuarios de dos por mil de 1 UIT por MWh facturado.
- Excedentes provenientes de la DGE/MEM.

La Ley y el Reglamento promocionan la participación de la inversión privada en proyectos de electrificación rural considerados en el PNER, cuya ejecución sería financiada por el sector privado y subsidiada en parte por el Estado. El Reglamento de la Ley de electrificación rural establece que el PNER constituye un documento de gestión a largo plazo, con un horizonte de planeamiento de 10 años; instrumento vinculante para la acción del Estado y para los inversionistas privados que requieren del subsidio para la ejecución de los SER.

Las políticas de la electrificación rural están señaladas en la Ley N° 28749, y las que se relaciona con la investigación son las siguientes:

- Orientar las inversiones hacia las zonas con menor cobertura eléctrica y las de mayor índice de pobreza, con el fin de acelerar su desarrollo.
- Mejorar la aplicación de la tecnología a los proyectos de electrificación rural, promoviendo el uso de energías renovables.

Las estrategias que propone el PNER para lograr los objetivos de la electrificación rural utilizando las ERNC son:

- Actualizar el Sistema de Información Geográfica con los proyectos de electrificación rural a nivel nacional.
- Investigar las tecnologías adecuadas en el desarrollo de la electrificación rural.
- Promocionar proyectos integrales de desarrollo rural que los hagan sostenibles en su operación y mantenimiento.
- Destinar recursos para la educación y capacitación en usos productivos, en coordinación con otras entidades del gobierno nacional.
- Elaborar estudios que permita el desarrollo de las energías renovables (hidráulica, solar y eólica) y la actualización de los diseños de los sistemas eléctricos rurales.
- Priorizar los proyectos mediante la utilización de fuentes de energías renovables en las áreas pertinentes.
- Formular el Plan Maestro de Energías Renovables.
- Formalizar cooperaciones técnicas con instituciones del ámbito regional y locales para la promoción del desarrollo socioeconómico sostenible de las zonas rurales.
- Buscar la cooperación internacional para el financiamiento o cofinanciamiento de los proyectos.
- Desarrollar talleres descentralizados de capacitación para un nivel de profesionales especialistas en formulación de estudios de pre-inversión y de expedientes técnicos.

El Plan señala como metas por el gobierno para el logro de estos objetivos, lograr que en los próximos 10 años más de 7 millones de habitantes cuenten con

acceso a los servicios públicos de electricidad; impulsar el desarrollo rural de las zonas más alejadas, con mayor predominancia de proyectos a base de infraestructura que utiliza energías renovables y ubicar al país en el ámbito latinoamericano en el primer tercio de países con el más alto índice de cobertura eléctrica.

2.2.1.5 Barreras y oportunidades. SEGOVIA (2011) socio director de Solarpack³¹ Chile, señala que las ERNC enfrentan obstáculos institucionales, financieros y normativos tanto en Perú como en Chile. Entre los obstáculos institucionales en Perú se manifiesta la lentitud en la obtención de terrenos, el subsidio al gas y las disputas ocasionales entre el Gobierno Central y los Regionales. El Perú no cuenta con medios de financiamiento y sus bancos tienen una reducida capacidad para entregar fondos a los proyectos; los permisos de conexión tardan en obtenerse y la ley de evaluación de impacto ambiental no se formuló pensando en las ERNC. Sin embargo el gobierno del Perú tiene el compromiso de avanzar en las energías no convencionales, las subastas y la creciente demanda.

Defensoría del Pueblo (2010) en su Informe N° 149 “*La Electrificación Rural en el Perú: derechos y desarrollo para todos*”, realizó un estudio de diagnóstico de la electrificación rural, donde reconoce que el acceso a la electricidad es una necesidad básica que debe ser satisfecha para hacer viable el derecho al desarrollo humano de todos los peruanos. El documento da una visión sobre las dificultades que existen para alcanzar

³¹ **SOLARPACK** compañía multinacional de gestión total en proyectos de generación eléctrica, en el sector de la energía solar fotovoltaica. Trabaja en el desarrollo, financiación, construcción, operación y gestión de parques de generación solar fotovoltaica.

la meta del acceso universal a los servicios públicos domiciliarios rurales.

El referido informe reconoce dos problemas significativos en la manera en que el Estado aborda las políticas públicas orientadas a la población rural. La primera es la inexistencia de una definición precisa de lo que se debe entender por ruralidad. En segundo lugar identifica la carencia de un mecanismo eficaz que permita armonizar los variados esfuerzos estatales existentes en la materia mediante una política coordinada, involucrando a las identidades de los diferentes niveles del gobierno. Las principales conclusiones y recomendaciones a los diferentes gobiernos central, regional y local para lograr sumar esfuerzos hacia la consecución de que las zonas rurales del país dispongan del beneficio de contar con electricidad son:

- Las poblaciones rurales, pueblos indígenas, niños, mujeres, entre otros son grupos vulnerables, donde el Estado debe implementar políticas especiales que les permitan su derecho al desarrollo.
- Todos los peruanos deben tener acceso a la electricidad y por ende, disponer de las posibilidades de desarrollo que vienen asociada a este servicio tales como educación, salud, actividades económicas y productivas, entre otras.
- El Perú sigue siendo uno de los países con menor nivel de electrificación en la región, sólo por encima de Bolivia. Los países vecinos, se acercan considerablemente al 100%.
- La pobreza y la dispersión geográfica de la población, en particular la rural, explican en gran

medida por qué el Perú tiene uno de los niveles de prestación de servicios domiciliarios más bajos de América Latina.

- Una de las causas que afectan a la sostenibilidad de los proyectos es el bajo consumo de electricidad de los usuarios rurales. El poblador del ámbito rural mayoritariamente consume menos de 12 Kwh mensuales. Estos usuarios utilizan una lámpara durante una hora y la energía se utiliza escasamente en actividades económicas productivas.
- La empresa estatal Adinelsa que tiene por finalidad administrar las obras de electrificación construidas en zonas rurales y aisladas, termina asimilando el impacto financiero negativo de la población que por sus bajos recursos no pueden pagar el costo de recibir electricidad.
- Ampliar los esfuerzos de aprovechamiento de las fuentes de energías renovables en el ámbito rural, en especial si se considera que éstas generan un impacto mucho menor en comparación a las fuentes convencionales como el carbón, el lignito y el petróleo.

PRACTICAL ACTION³² (2012) en su libro *“Panorama energético de los pobres 2012. Energía para ganarse la vida”*, reconoce el impacto del acceso a la energía y la capacidad de las personas más pobres del mundo para ganarse la vida dignamente. Sostiene que cada vez más personas y organizaciones se unen al objetivo principal de la Organización de las Naciones Unidas³³ -

³² **PRACTICA ACTION.** Óp. Cit. pp. 4-7-8-17

³³ **ONU:** Organización de las Naciones Unidas, es una organización internacional formada por 192 países independientes. Estos se reúnen libremente para trabajar juntos en favor de la paz y la seguridad de los pueblos, así como para luchar contra la pobreza y la injusticia en el mundo.

ONU, que es el acceso universal a la energía para el año 2030, generando un cambio gradual en la reducción de la pobreza en los países en desarrollo y ayudaría a miles de millones de personas a salir de la oscuridad y de las actividades monótonas.

PRACTICAL ACTION hace referencia al hogar, empresa y comunidad como unidades que requieren energía, las cuales están superpuestas donde los miembros de una familia necesitan energía para los servicios básicos; sin embargo cada hogar también tiene que producir ingresos que puede ser en el mismo hogar, campo o un taller. Finalmente todos lo hogares forman parte de una comunidad requiriendo energía para los servicios compartidos tales como escuelas, centros de salud, redes de comunicación y alumbrado público.



Figura 2.10 **Unidades de Acceso Total a la Energía (ATE): Hogares, empresas y comunidades.** (Practical Action-2012)

El informe destaca que los fondos internacionales, asociaciones públicas o privadas, financiamientos

bancarios a niveles multilaterales, bilaterales y locales y las subvenciones específicas serán vitales. Para ello en las etapas iniciales, los fondos públicos es muy importante como consecuencia que los rendimientos financieros de suministro de energía para familias de bajos ingresos no son atractivos para las operaciones comerciales.

Para lograr el acceso universal a la energía para el año 2030 en los países en desarrollo PRACTICAL ACTION recomienda:

- Un liderazgo del gobierno a través de logro de metas nacionales y formulación e implementación de planes para alcanzar los objetivos.
- Un liderazgo de donantes/prestamistas para aumentar la inversión.
- Un liderazgo de la sociedad civil informando sobre las buenas prácticas, creando conciencia de los beneficios del acceso de la energía en la salud y desarrollo de las comunidades.
- Un liderazgo del sector privado respondiendo a los incentivos del gobierno y de los donantes a través de la calidad y cantidad de productos y servicios.
- Búsqueda de acuerdos y compromisos con instituciones internacionales sobre la meta al acceso universal a la energía.

En lo que respecta al papel que representa la energía en los ingresos a partir de la tierra, concluye que la agricultura contribuye significativamente a la composición económica y social de la mayoría de los países en desarrollo. El aumento de la productividad agrícola es un factor clave para la seguridad

alimentaria, la generación de ingresos, el desarrollo de las zonas rurales y, por lo tanto, para la reducción de la pobreza mundial.

La energía tiene relación con las oportunidades de ganarse la vida de la gente pobre, señala el autor, las cuales pueden ser a partir de: la tierra, la administración de Mediana y Pequeña Empresa – MYPE, conseguir un trabajo, y obtener ingresos del suministro de energía.

SUÁREZ (2011) en el Simposio Internacional de Energía Eólica “*Electrificación Rural con Energías Renovables*” presentó el Cuadro 2.15, donde explicó las alternativas que las zonas rurales tienen para ser electrificadas de acuerdo a su locación y respecto a los puntos de alimentación mediante sistemas convencionales y no convencionales.

Cuadro 2.15 Alternativas de electrificación en zonas rurales por sistemas energéticos.

Localidades concentradas, cercanas a los puntos de alimentación	Localidades dispersas, cercanas a los puntos de alimentación	Localidades concentradas, alejadas de los puntos de alimentación	Localidades dispersas, alejadas de los puntos de alimentación
SISTEMAS CONVENCIONALES			
Altamente probable	Probable	Medianamente probable	Poco probable
SISTEMAS NO CONVENCIONALES			
Poco probable	Medianamente probable	Probable	Altamente probable

Fuente. Soluciones prácticas

BUN CA³⁴ (2002) indica que una de las barreras es la falta de programas de financiamiento para la

³⁴ **BUN-CA:** BIOMASS USERS NETWORK.

realización de proyectos de electrificación fotovoltaica. Explica que muchos proyectos que se realizan se originan de iniciativas privadas o de donaciones extranjeras y, generalmente, no tienen un impacto significativo debido a que tienen una cobertura energética muy reducida. Señala también, que en los sistemas financieros convencionales, existen los créditos para adquirir una casa, un automóvil, electrodomésticos, vacaciones, etc. y son relativamente fáciles de obtener; sin embargo, el crédito para la adquisición de un sistema fotovoltaico no está disponible para la mayoría de usuarios que realmente necesitan de esa ayuda para resolver sus problemas de electrificación doméstica. En el fondo, no se trata de un problema de falta de capacidad de pago, sino de una ausencia de programas adecuados de financiamiento a largo plazo destinado a un grupo de usuarios de bajo ingreso.

2.2.2 Situación mundial de las ERNC

REN21³⁵ (2011), en su reporte “Renewable Energy Policy Network for the 21st”, menciona que el consumo de energía mundial se recuperó en el 2010 después de la recesión global en el 2009, sin embargo, la energía renovable, no experimentó un descenso el 2009, por el contrario, creció con fuerza en todos los sectores de uso final, y representa aproximadamente el 16% del consumo de energía global.

³⁵ **Renewable Global Status Report** – REN21, elaborado en colaboración con la red global de partners de investigación, financiado por el Ministerio Federal Alemán para la cooperación económica y desarrollo (BMZ), el Ministerio Federal Alemán para el Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU), el Ministerio de la India de Energías nuevas y Renovables, y el Banco de Desarrollo de Asia. France, Paris: Worldwatch Institute. p.11

REN21 destaca también, que las energías renovables contribuyeron con aproximadamente el 20% de la producción de electricidad a nivel mundial al 2010, y a principios del 2011 representó casi un cuarto de la capacidad global de todas las fuentes. Los países que destacaron con mayor producción de energía renovable hasta inicios del 2011 fueron Estados Unidos, China y Alemania:

- En los Estados Unidos, la energía renovable fue casi el 10,9% de la producción nacional de energía primaria, representando un incremento del 5,6% con respecto a 2009.
- China adicionó un estimado de 29 GW de capacidad de energía renovable a la red, de un total de 263 GW, incrementando en 12% en comparación con 2009. Las energías renovables representaron aproximadamente el 26% de la capacidad eléctrica total instalada.
- Alemania consumió el 11% de su energía final total con fuentes renovables, representando el 16,8% del consumo de electricidad, el 9,8% de la producción de calor (en su mayoría a partir de biomasa), y el 5,8% del consumo de combustible para transporte. La energía eólica representó casi 36% de la generación renovable, seguido por la biomasa, energía hidroeléctrica y solar fotovoltaica.

La reducción de costos en la tecnología solar fotovoltaica, significó altas tasas de crecimiento en la industria manufacturera. La reducción de costos en las turbinas de viento y las tecnologías de procesamiento de biocombustible también contribuyó al crecimiento. Al mismo tiempo, hubo además una mayor consolidación de la industria de la biomasa y de los biocombustibles, también, las compañías de energía tradicional se desplazaron con más fuerza hacia las energías renovables.

A principios de 2011, por lo menos 118 países tenían algún tipo de meta de política de apoyo hacia las energías renovables a nivel nacional. También hay una gran diversidad de políticas a nivel local estatal y provincial.

REN21³⁶ señala también, que las políticas se extendieron a más países, la geografía del uso de energía renovable también está cambiando. Por ejemplo, la energía eólica comercial existe en al menos 83 países. La energía solar fotovoltaica se incrementó en más de 100 países durante el año 2010. Los países desarrollados como Australia, Canadá, y Japón está experimentando ganancias y mayor tecnología para la diversificación, mientras que (en conjunto) los países en desarrollo tienen más de la mitad de la capacidad mundial de energía renovable.

El mismo documento indica, que China es líder en varios indicadores de crecimiento del mercado: el 2010, fue el primer productor de aerogenerador y sistemas de energía solar térmica y energía hidroeléctrica. India es el quinto a nivel mundial en energía eólica y se está expandiendo rápidamente en muchas formas para zonas rurales como el biogás y energía solar fotovoltaica. Brasil ha incorporado nuevas hidroeléctricas, biomasa, y plantas de energía eólica, así como los sistemas de calefacción solar.

Finalmente considera que el liderazgo en la fabricación de equipos para el uso de las energías renovables está cambiando de Europa hacia países del Asia, como China, India, y Corea del Sur. Una de las fuerzas que impulsan las políticas de energía renovable y el desarrollo, es el de crear nuevas industrias y generar nuevos puestos de trabajo. A nivel mundial, hay más de

³⁶ REN21, *Ibíd*, p.11

3,5 millones de puestos de trabajo directos en la industria de la energía renovable.

También, el desarrollo de las energías renovables son impulsados por instituciones del estado, multilaterales y bilaterales; los bancos de desarrollo, que han sido pilares de la inversión durante los últimos años.

La inversión en proyectos de pequeña escala, generación distribuida (principalmente energía solar fotovoltaica) ascendió a \$60 mil millones y representaron más del 25% del total de la inversión en energías renovables.

A continuación se destaca del informe un panorama de los avances ocurridos en los diferentes tipos de las ERNC:

La energía eólica en los últimos años, se ha incrementado fundamentalmente en los países desarrollados y mercados emergentes, impulsado principalmente por China, quien representa la mitad del mercado global. La tendencia para los próximos años considera un desarrollo continuo de parques eólicos offshore³⁷, el crecimiento de sistemas comunitarios basado en proyectos distribuidos, turbinas conectadas en redes de pequeñas escalas y el desarrollo de proyectos en una amplia variedad de localidades. En lo que respecta a la construcción de turbinas eólicas, su tamaño incrementó el 2010, donde algunos fabricantes lanzaron turbinas del orden de 5 MW e incluso de mayor potencia.

La energía solar fotovoltaica PV³⁸ se ha incrementado en 17 GW a la capacidad de todo el mundo (en comparación con sólo 7,3 GW en 2009), con lo que el total mundial creció

³⁷ **Off-shore:** recurso eólico en el mar con menor impacto visual y acústico para parques eólicos.

³⁸ **PV:** Solar Photovoltaics or Celdas fotovoltaicas.

aproximadamente a 40 GW más de siete veces la capacidad de los últimos cinco años.

La Unión Europea dominó el mercado global de PV, liderado por Italia y Alemania, los cuales instalaron más energía fotovoltaica el 2010 que todo el mundo en el año anterior. La tendencia hacia los sistemas a escala comercial de PV continua y existen más de 5 000 representando casi el 25% de la capacidad total mundial de PV.

Las 10 fábricas de paneles solares se desplazaron hacia el Asia de los 15 más grandes ubicados en la región. La industria respondió a las bajas de precios y los rápidos cambios del mercado.

Las plantas de energía geotérmica y calor operan en al menos 24 países en el 2010, siendo utilizado directamente para la calefacción en 78 países. Aunque el desarrollo de este tipo de energía se desaceleró en el 2010, con una capacidad global un poco más de 11 GW, un significativo incremento se espera alcanzar a través de las tecnologías avanzadas especialmente en nuevos países. La temperatura del calor a la salida de las fuentes geotérmicas, aumentaron a un ritmo promedio del 9% anualmente en la última década, debido principalmente al rápido crecimiento en el uso de las bombas de calor de tierra-fuente. El uso de la energía geotérmica tanto para generar calor y electricidad también está en aumento.

La hidroenergía correspondió aproximadamente al 16% de la producción total de electricidad en el 2010. Un estimado de 30 GW de capacidad se incrementó durante el 2011, con una capacidad total existente alcanzando de 1 010 GW. Asía conducido por China y América Latina conducido por Brasil, son

las regiones de mayor actividad en el desarrollo de la hidroenergía.

Experiencias internacionales

RODRÍGUEZ & SAN SEGUNDO (2005) en su artículo “Elementos claves para la organización y financiación de los proyectos de suministro de energía en entornos en desarrollo: Mejores prácticas para la sostenibilidad financiera de las intervenciones”³⁹, presentan las principales conclusiones obtenidas a partir de una investigación llevada a cabo entre expertos de todo el mundo, sobre los principales elementos que influyen en la sostenibilidad de los proyectos de electrificación en zonas rurales de países en desarrollo, con particular atención a los aspectos financieros, así como, el rol por los diferentes agentes involucrados en el suministro de energía.

RODRÍGUEZ⁴⁰ et. al. afirman, que alrededor de un tercio de los pobladores del mundo no tiene acceso a la energía eléctrica, la gran mayoría de los cuales vive en los países en desarrollo, y principalmente en zonas rurales alejadas.

En este estudio, los autores concluyen que el suministro eléctrico, es un elemento fundamental para el desarrollo humano, porque permite mejorar las condiciones sociales y económicas de las personas, aumentando las facilidades para realizar las tareas de escolarización, mejorando el acceso a la información, mejores servicios de salud, agua potable, o la oportunidad de mejorar la explotación de los recursos naturales que tiene a su disposición. Destacan también, que para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio propuestos por Naciones

³⁹ Revista publicada por la Asociación Euro-Americana de Estudios Económicos de Desarrollo Internacional. AEEADE. Vol. 5-1. España. p.29

⁴⁰ RODRIGUEZ et. al, Ibíd, p.34

Unidas para 2015, no será posible si no se mejoran los servicios energéticos para los más pobres, para multiplicar los usos productivos e incrementar sus ingresos.

RODRÍGUEZ señala también, que en las próximas décadas, la población mundial alcanzará la cifra de 8 000 millones en 2020 y se acercará a los 10 000 en 2050, necesitando una provisión suficiente de energía. Este aumento de la población se producirá en las regiones menos desarrolladas entre los años 2000 y 2050, y en aquellos países que disponen de un acceso limitado a una energía limpia.

Los autores concluyen, que el principal problema energético en las zonas rurales, y en muchas áreas urbanas, como en África, Asia y Latinoamérica, tiene que ver con la accesibilidad y la disponibilidad de servicios energéticos modernos. Los consumos de energía en zonas rurales son por lo general muy pequeños, siendo necesario soluciones energéticas a pequeña escala para atender estas necesidades, especialmente las fuentes renovables de energía, entre ellas, la solar, la eólica, o la mini hidráulica.

RODRÍGUEZ⁴¹ et. al. consideran, como muy buena alternativa, el uso de pequeños sistemas aislados de generación basados en fuentes renovables de energía, así como los sistemas mixtos son una solución idónea y a menudo la única solución. Sin embargo, existen barreras referidas a temas sociales, culturales, tecnológicos y especialmente financieros, que dificultan los procesos de implantación de sistemas de electrificación modernos.

⁴¹ RODRIGUEZ et. al, Ibíd, p.35

Los autores reconocen, que un factor crítico para lograr la sostenibilidad de las aplicaciones energéticas distribuidas, es la accesibilidad a las mismas y la capacidad de desarrollar esquemas de organización y financiación del suministro que se mantengan en el tiempo. Recomendán que, considerando el elevado costo inicial de las nuevas tecnologías para las comunidades, es preciso incorporar sistemas de financiación apropiados a las peculiaridades tanto de la tecnología a implantar como de los equipos receptores utilizados.

RODRÍGUEZ sugiere, la necesidad de impulsar estrategias de coordinación entre la comunidad internacional, el sector privado, los agentes locales y las organizaciones de desarrollo, de tal manera que sea posible profundizar en el análisis de los modelos de relación entre agentes construyendo esquemas replicables a gran escala en otras comunidades.

Este estudio se realizó utilizando la herramienta del cuestionario con 11 preguntas valoradas del 1-5 (5 máximo) a través de la web, enviándosele a las principales regiones geográficas del mundo, tales como instituciones multilaterales, compañías privadas, universidades, Organización No Gubernamental para el Desarrollo (ONGDs) e investigadores. Se obtuvo 185 respuestas representando una participación del 21,6% entre 69 países y 140 organizaciones diferentes. Los porcentajes de participación estuvieron distribuidos por 10% España, 20% África, 15% Asia-Pacífico, 9% Iberoamérica, 10% Norte América, 29% Europa ex España y 7% otros.

El cuestionario utilizado se dividió en tres partes, que buscaban objetivos diferentes dentro de la tarea de analizar y concretar la visión de la comunidad internacional con respecto al suministro energético adecuado en los países en desarrollo. La primera parte se refirió al “Suministro de energía en países en

desarrollo”, buscaba identificar los parámetros clave en la sostenibilidad de los proyectos energéticos. La segunda parte “El papel de los agentes en la sostenibilidad del suministro de energía”, buscaba analizar la posición de los principales agentes involucrados en el suministro energético y los elementos que influyen en sus actuaciones. Por último, la tercera parte “Financiación de proyectos renovables en países en desarrollo”, que se centraba en identificar las mejores prácticas para financiar proyectos en países en desarrollo, con especial atención a las energías renovables y los proyectos de eficiencia energética.

Los resultados que se obtuvieron fue que el 85% de los encuestados estimaba que la propuesta más relevante era la sostenibilidad financiera, como elemento clave que garantiza la viabilidad de los proyectos de electrificación. En lo que respecta a los aspectos Medioambientales y el apoyo multilateral eran considerados los factores menos relevantes para asegurar la viabilidad a largo plazo de los proyectos de electrificación rural.

Es importante destacar, que los encuestados de Norteamérica y de Latinoamérica son aquellos que dan mayor importancia a este parámetro. Sin embargo, expertos de Europa, además del aspecto anterior, están preocupados de la estabilidad de los marcos regulatorios o de la satisfacción de las demandas finales de servicios energéticos de los beneficiarios.

Por el lado del sector privado, además de la sostenibilidad financiera, consideran la estabilidad de los marcos regulatorios como el segundo factor más relevante.

Es destacable señalar, la importancia concedida por los encuestados de la zona de Norteamérica y Latinoamérica a la innovación financiera y que contrastaría con europeos. Estos resultados se muestran en las siguientes Figuras.

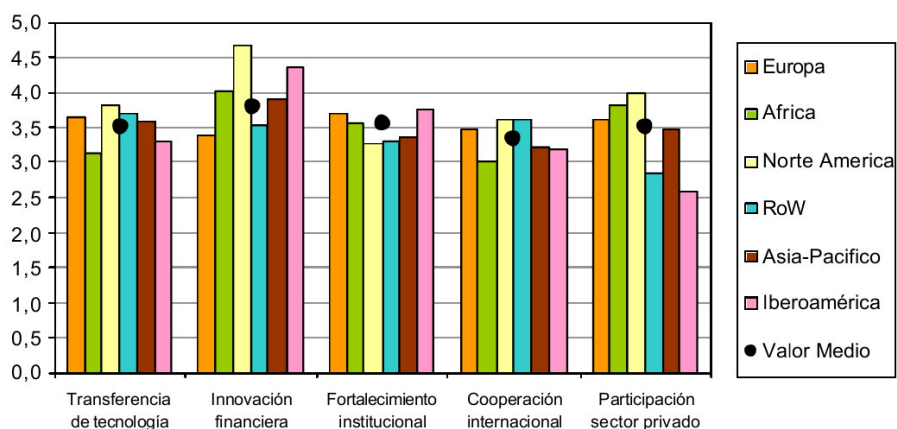


Figura 2.11 Aspectos con capacidad de impulsar la penetración de las energías renovables en los países en desarrollo. (Fuente. Elaboración propia del documento)

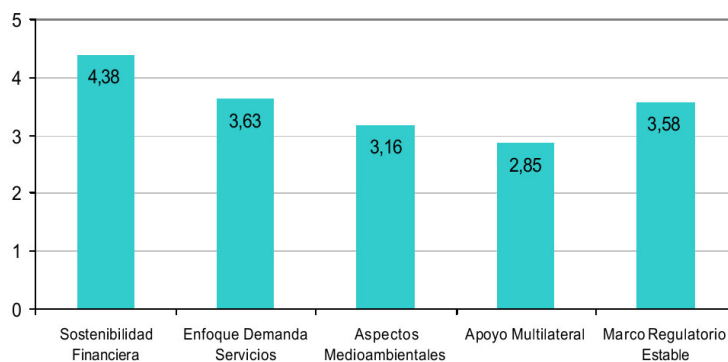


Figura 2.12 Parámetros que tienen influencia en la sostenibilidad de los proyectos de electrificación. (Fuente. Elaboración propia del documento)

En lo que respecta al papel de los agentes en la sostenibilidad del suministro de energía, el sector privado sería el peor valorado por la mayoría de los encuestados, especialmente Latinoamérica.

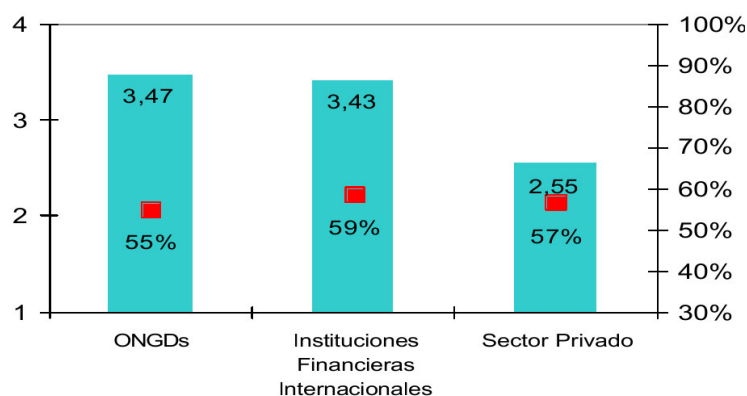


Figura 2.13 Valoración del papel de los agentes. Valores modales ponderados (Izquierda) y porcentaje de encuestados (derecha). (Fuente. Elaboración propia del documento)

En cuanto a la capacidad de ofrecer asistencia técnica, que permita el fortalecimiento local y el enfoque de los proyectos centrado en la demanda de servicios energéticos fueron las más valoradas por los encuestados. Por el contrario, la fortaleza financiera de las organizaciones de desarrollo o la Participación en redes de conocimiento eran los elementos menos valorados por los encuestados.

Las necesidades futuras en materia de suministro de energía, hacen necesario una mayor participación del sector público en la promoción de las energías renovables y en el establecimiento de las condiciones necesarias para fomentar un clima adecuado de inversión de los recursos privados, como punto de partida para lograr el reto del suministro energético universal.

El refuerzo de las relaciones entre los sectores público y privado, y paralelamente el aprovechamiento de las capacidades diferenciales que pueden ofrecer organizaciones de desarrollo de base energética, deben estar en la base de los programas de electrificación emprendidos por los países en desarrollo.

En este sentido el 71% de los encuestados consideró, que la falta de rentabilidad de los proyectos, era la principal causa que

justificaba la ausencia de un adecuado desempeño por parte del sector privado. La falta de instrumentos financieros adecuados fue también la segunda razón de la problemática.

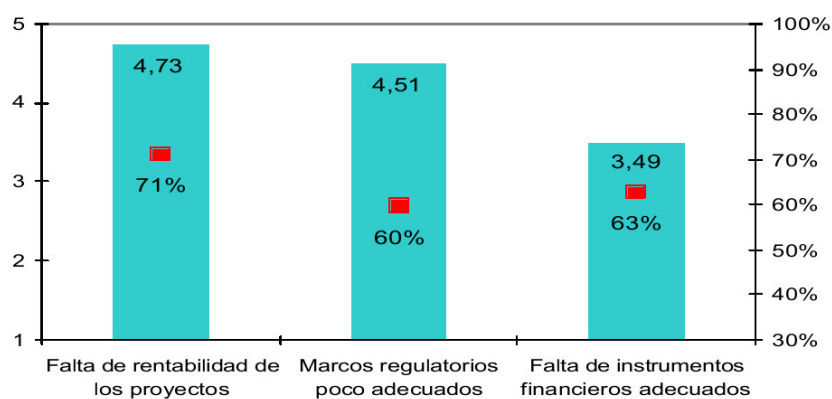


Figura 2.14 Principales factores que justifican una inadecuada participación del sector privado. Valores modales ponderados (Izquierda) y porcentaje de encuestados (derecha). (Fuente. Elaboración propia del documento)

Cuando se trata de energías renovables, la innovación en materia financiera y la participación del sector privado parecen ser los principales aspectos que tienen mayor potencial para incrementar la penetración de estas tecnologías en los países en desarrollo. La manera en la que las organizaciones de desarrollo pueden incrementar el impacto de sus intervenciones, es mediante una adecuada asistencia técnica y el fortalecimiento local, así como atendiendo a la satisfacción de las demandas energéticas finales.

Con respecto al aseguramiento de la viabilidad financiera a largo plazo de los proyectos de electrificación con renovables, la mayoría de los encuestados considera que la existencia de esquemas de micro-financiación adecuados, así como la posibilidad de desarrollar esquemas productivos vinculados con los sistemas de suministro energético son las propuestas que mayor potencial tienen.

BLANCO (2008) en su tesis *“Análisis del mix óptimo futuro de tecnologías de producción de energía eléctrica en el sistema español”* sostiene, que las energías renovables en sus diversas formas autóctonas y sostenibles, requieren del respaldo de las tecnologías tradicionales para mantener la fiabilidad del sistema, debido a la variabilidad en su disponibilidad de los recursos energéticos como el sol y el viento durante las épocas del año.

Una de las conclusiones de la tesis indica, que no hay una única tecnología óptima en el desarrollo energético futuro, sino que el conjunto de todas ellas, algunas ya existentes y otras actualmente en desarrollo, con una adecuada combinación, será la clave para conseguir un mix energético sostenible, tanto económicamente como medioambientalmente.

RAMÍREZ (2007) en su tesis Doctoral *“Nuevo Regionalismo, Cooperación Energética y el Desarrollo de una Estrategia Energética Global: hacía una política de transición”* señala que, *“la mayor dificultad para hacer frente a los desafíos de la sostenibilidad energética no es la falta de capacidad tecnológica, sino la determinación de prioridades en la asignación de los recursos”*.

En el contexto regulatorio RAMIREZ señala, que la tarea más relevante que los individuos y las sociedades en general pueden realizar, es contribuir a crear presión social a favor de la sostenibilidad energética, de tal forma que se incluyan los temas verdaderamente importantes, con los enfoques adecuados, en las agendas de las instituciones internacionales y de los Estados. Pero esta presión social es impensable si la mayoría de la sociedad no toma conciencia de su necesidad.

REN21⁴² reconoce que las tecnologías utilizadas para el aprovechamiento de las energías renovables aplicados en los lugares más remotos tales como: sistemas fotovoltaicos domésticos, mini-redes en base a micro-hidroenergía, biomasa y bombas de calor, pueden proporcionar la energía sostenible para satisfacer las necesidades básicas de la población menos favorecida, incluyendo la iluminación, comunicaciones, calefacción y refrigeración hasta los servicios como fuerza motriz, para generar su crecimiento económico.

El Cuadro 2.16 muestra algunos de los servicios que las tecnologías renovables proporcionan en las zonas rurales.

Cuadro 2.16 Transición hacia la energía renovable (sistemas aislados) en zonas rurales.

Usos de la energía en zonas rurales	Fuentes de energía rural existentes (off grid ⁴³)	Ejemplos de tecnologías nuevas y renovables para la generación de energía
Sistemas eléctricos en baja potencia: Iluminación en hogares, colegios; alumbrado público, cargador de batería de celulares, herramientas manuales, almacenamiento de vacunas, refrigeración.	Velas, Kerosene, baterías, pequeños grupos electrógenos, recarga de banco de baterías.	Hidroeléctricas a escalas pico, micro y pequeño.
		Digestores a biogás nivel domiciliario.
		Electrificación rural y sistemas híbridos solar/eólica/hidro
		Sistemas solares domiciliarios
		Pico sistemas fotovoltaicos incluyendo lámparas solares
Comunicaciones (TVs, radios, teléfonos móvil)	Baterías secas (pilas), pequeños grupos electrógeno	Hidroeléctricas a escalas pico, micro y pequeño.
		Digestores a biogás nivel domiciliario.
		Electrificación rural y sistemas híbridos solar/eólica/hidro
		Sistemas solares domiciliarios
		Pico sistemas fotovoltaicos.
Cocina (doméstica, comercial, estufas y hornos)	Leña, estiércol o paja en fuego abierto con aproximadamente 15% de eficiencia.	Estufas mejoradas para cocinar (leña, desechos de cultivos) con eficiencias superior al 25%.
		Digestores a biogás nivel domiciliario y estufas con biogás.
		Cocinas solares

⁴² REN 21 Ibidem, pp. 65-70

⁴³ OFF GRID: Sistemas aislados

Calefacción y refrigeración (secado de cosecha y otros procesamientos de agricultura, agua caliente)	Leñas, estiércol y paja parcialmente a fuego abierto.	Estufas de calefacción mejoradas.
		Digestores a biogás a partir de pequeña y mediana escala.
		Secadoras de cultivos solares.
		Coletores solares para calefacción y refrigeración.
Fuerza motriz (pequeña industria)	Grupos electrógenos	Pequeños y grandes sistemas solares domiciliarios
		Pequeños aerogeneradores
		Miniredes con sistemas híbridos (combinación de micro centrales hidráulicas, gasificador, combustión directa, grandes biodigestores y otros sistemas renovables)
Bombeo de agua (agricultura y agua potable)	Bombas y grupos electrógenos Diesel	Bombas de viento mecánicos.
		Bombas con sistemas fotovoltaicos
		Miniredes con sistemas híbridos

Fuente. Datos tomados de Renewable Energy Policy Network for the 21st century.

REN21⁴⁴ destaca que 44 millones de hogares en el mundo utilizan el biogás hechos en casa para la iluminación y/o cocina, y más de 166 millones de hogares dependen ahora de una nueva generación de cocinas de biomasa más eficientes. Soluciones de energía renovable en redes aisladas están incrementándose y reconocido como las opciones más baratas y más sostenible para las zonas rurales en gran parte del mundo en desarrollo.

Las energías renovable juegan un papel importante para a los miles de millones de personas que dependen de las fuentes tradicionales de energía. El estudio señala que en muchas zonas rurales de los países en desarrollo, las conexiones a las redes eléctricas son económicamente prohibitivas y/o pueden tardar décadas en materializarse. Sin embargo, los sistemas de energías renovables ofrecen una oportunidad sin precedentes para acelerar la transición a servicios energéticos modernos en áreas remotas y rurales, pero no están siendo aprovechadas.

⁴⁴ REN21 *Ibíd.*, p. 14

REN21⁴⁵ sostiene, que las barreras al uso de las energías renovables en lugares aislados se deben al alto costo inicial de los sistemas respecto a los ingresos de la población y el pequeño tamaño de los proyectos, originando desalentar a las instituciones financieras para facilitar préstamos. En relación al financiamiento de proyectos energéticos aislados y de mini redes, el informe indica que la tendencia en las últimas décadas, ha sido dar fondos a instituciones financieras privadas y públicas para invertir en proyectos utilizando energía renovable en zonas rurales. Por lo general, los bancos desarrollan un portafolio de proyectos, aunque también pueden dar financiamiento a propuestas de empresas privadas, concesionarios, ONGs y grupos de micro-finanzas que se han organizado para el desarrollo de proyectos, pero no a solicitudes de familias individuales.

Este modelo ha sido implementado con éxito en muchos países, entre ellos Bangladesh, Malí, Senegal y Sri Lanka. Muchos de estos fondos han servido para proyectos que utilizan una sola tecnología, tal como los SFV⁴⁶, pero cada vez más se están expandiendo a otros sistemas de energía renovable.

REN21⁴⁷ hace referencia que en el Perú, con el apoyo del gobierno, las empresas distribuidoras de electricidad han iniciado un nuevo programa para llevar electricidad a residentes aislados con SFV sin costo inicial, sino que los hogares pagan una cuota mensual. Esta modalidad de pago por el servicio también se ha utilizado en otros países, incluyendo en África. Por otro lado destaca también que, Argentina ha introducido a nivel nacional una tarifa regulada para instalaciones solares

⁴⁵ REN21 Ibídem, p.70

⁴⁶ SFV: Sistema Fotovoltaico

⁴⁷ REN21 Ibíd,

fotovoltaicas en algunas provincias, convirtiéndolo en el primer país latinoamericano en hacerlo.

2.3 Bases teóricas

2.3.1 Tecnologías para el aprovechamiento de las ERNC y su factibilidad económica en proyectos energéticos.

El desarrollo de las tecnologías para el aprovechamiento de los recursos energéticos, ha permitido que la humanidad tenga una mejor calidad de vida, un crecimiento económico, así como, evitar el deterioro del medio ambiente.

Es importante destacar, las diferentes soluciones de ingeniería que existen para aprovechar las ERNC y transformarlas en energía eléctrica para uso en las zonas rurales.

A continuación se presenta, el principio de funcionamiento, sus componentes y la energía aprovechable, de sistemas que permiten generar electricidad utilizando las ERNC aplicadas en las zonas rurales.

2.3.1.1 Energía Eólica. FERNÁNDEZ en su texto "*Energía Eólica*" señala, que todas las fuentes de energía renovable excepto la mareomotriz y la geotérmica, provienen del sol, de las cuales se estima que del 1 al 2 por ciento de la energía solar es convertida en energía eólica.

MANWELL & Mc GOWAN (2010) en su libro "*Wind Energy Explained: Theory, Design and Application*"

explican, en su análisis de la formación del viento, que la energía eólica es aprovechada por la fuerza del viento producto de su energía cinética, y la explicación de porque el aire se mueve, se debe básicamente a las diferencias de temperatura originadas alrededor del planeta. Las regiones alrededor del ecuador, a 0° de latitud reciben los rayos del sol con mayor intensidad, que las demás zonas alrededor del planeta. Como el aire caliente es menos pesado que el aire frío, se produce un movimiento alcanzando el aire ligero una altura aproximada de 10 Km en la zona conocida como troposfera (zona inferior de la atmósfera hasta la altura de 12 Km, donde se desarrollan los fenómenos meteorológicos y el efecto invernadero), para luego trasladarse hacia el norte y sur.

Alrededor de los 30° de latitud en ambos hemisferios, la fuerza de Coriolis⁴⁸ evita que el viento continúe desplazándose más allá, y dado que en los polos existen altas presiones debido al aire frío, el aire desciende. Las bajas presiones originadas en la zona del ecuador a nivel del suelo cuando el aire caliente sube, atrae los vientos del norte y sur del planeta, produciéndose de este modo un desplazamiento de los vientos.

WINDPOWER.ORG (2003) indica que, a una gran altura de la superficie del suelo, alrededor de 1 km, la superficie terrestre ejerce poca influencia sobre el viento. Sin embargo, en capas más bajas de la atmósfera, las velocidades del viento se ven afectadas por la fricción con la superficie terrestre. Este efecto se

⁴⁸ **El efecto Coriolis**, cambia la dirección inicial de los vientos que se mueven entre dos puntos de alta y baja presión desviándolos, en el hemisferio Norte, hacia la derecha de su dirección de avance y en el hemisferio Sur, hacia la izquierda.

denomina rugosidad del terreno, que cuando más pronunciada sea, mayor será la ralentización del viento.

Antecedentes de la energía eólica

ACKERMANN (2005) en su libro *“Wind Power in Power System”* analiza el desarrollo histórico y estado actual de la energía del viento y menciona que su aprovechamiento para generar energía es casi tan antiguo como la civilización, las primeras aplicaciones eólicas fueron para la impulsión de navíos, la molienda de granos y el bombeo de agua. El primer molino de viento construido en Estados Unidos por inmigrantes holandeses fue en 1626, y sólo hasta finales del siglo pasado el hombre comienza a utilizar la energía eólica para producir electricidad, pero al principio sólo para autoabastecimiento de pequeñas instalaciones. En los últimos diez años del Siglo XX y, gracias al desarrollo tecnológico y a un incremento de su competitividad en términos económicos, la energía eólica ha pasado de ser una alternativa futura y por el momento complementaria a las fuentes contaminantes.

Descripción del sistema eólico

ÁLVAREZ (2008) en su tesis doctoral *“Mejora del rendimiento de un generador eólico asíncrono conectado a la red, mediante convertidores electrónicos y controladores de lógica borrosa”* señala, que el desarrollo de la tecnología para el aprovechamiento de la energía eólica, ha avanzado a tal punto que los aerogeneradores de pequeña y mediana potencia (inferiores a 600 kW) es una tecnología madura. Indica también, que son diversos

los sistemas involucrados en el proceso de transformación de energía, que se produce desde la incidencia del viento sobre el aerogenerador, hasta su posterior conversión en energía eléctrica. Se produce una transformación aerodinámica que convierte la energía cinética del viento en energía mecánica en el eje, el cual acciona un generador eléctrico.

A continuación se describen los principales componentes del aerogenerador de potencia, con el objetivo de reconocer el estado del arte de la tecnología eólica, luego se describe los sistemas de pequeña potencia utilizados en zonas rurales.

Aerogeneradores de gran potencia

Alcanzan potencias individuales de hasta 8 MW (Aerogeneradores de la empresa Vestas en asociación con Mitsubishi Heavy Industries), y son instalados en parques eólicos que pueden alcanzar en conjunto varias decenas de megavatios de potencia.

La siguiente figura presenta los componentes de un aerogenerador de potencia:

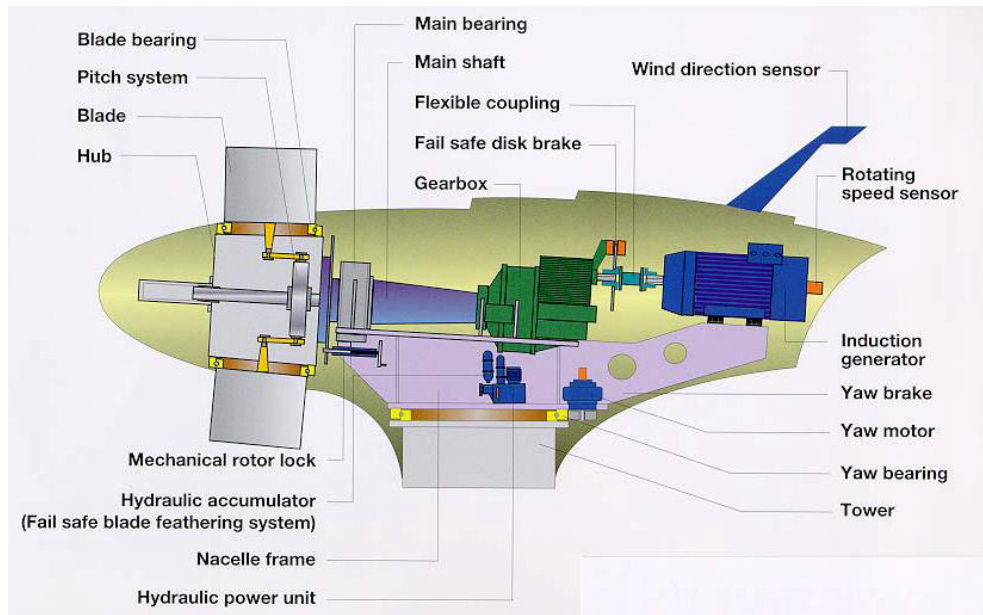


Figura 2.15 Componentes de un aerogenerador tipo. Tesis Doctoral de ÁLVAREZ (2008).

El rotor es el componente mecánico compuesto por el buje y palas y se considera que recupera como máximo teórico, el $16/27$ (60%) de la energía cinética del flujo de viento según la Ley de Betz. Un rotor pequeño de dos aspas, trabaja a 900 rpm, en tanto que uno de tres aspas y 56 metros de diámetro, lo hace a 32 rpm. El rotor está **constituido** por las siguientes partes:

- **Las Palas** transforman la energía cinética del viento en energía mecánica y transmiten su potencia hacia el rotor. Su diseño aerodinámico es parecido al ala de un avión. El material con las que se fabrica las palas son de plástico reforzado con fibra de vidrio. Las palas deben ser capaces de girar una fracción de grado alrededor de su eje longitudinal para variar el ángulo de paso y de este modo controlar la potencia generada.

Según el número de palas, existen en la actualidad aerogeneradores de una, dos o tres palas, el usar

una o dos palas tiene el inconveniente de baja estabilidad, pero se reduce el material utilizado frente al uso de tres palas, que tiene la ventaja de reducir las oscilaciones debido a la simetría polar que poseen, pero por el contrario, lleva mas material para la misma potencia generada.

- ***El Buje*** es el dispositivo mecánico del rotor, donde se fijan las palas y va acoplado al eje principal de baja velocidad del aerogenerador.

La Góndola ó Nacelle. MANWELL & McGOWAN⁴⁹ (2010) señalan, que proporciona protección a los componentes de la turbina, los cuales están localizados dentro de él; estos incluyen a los sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos que podrían estar afectados por el sol, lluvia, hielo, nieve, etc. Está diseñado normalmente de material liviano como la fibra de vidrio. En grandes máquinas es de suficiente tamaño donde pueden ingresar el personal para la inspección y mantenimiento. A continuación se presenta sus componentes:

- ***Eje de baja velocidad***, encargada de conectar el buje del rotor al multiplicador. En un aerogenerador de 1 500 Kw, el rotor gira muy lento a unos 20 a 35 rpm. El eje contiene conductos del sistema hidráulico para permitir el funcionamiento de los frenos aerodinámicos.
- ***Multiplicador ó Caja de engranajes***, sistema encargado de cambiar la velocidad de giro del eje

⁴⁹ Op. Cit, p.5

del rotor a otra mayor, para entregarle al generador una velocidad apropiada de unos 900, 1 200 ó 1 800 rpm y generar tensión alterna trifásica de 60 ciclos por segundo. Controla también el par motor evitando fluctuaciones. Está equipado con un freno de disco mecánico que se utiliza en caso de fallo del freno aerodinámico, o durante las labores de mantenimiento de la turbina.

- **Generador Eléctrico**, BARRÍA (2011) en “*Proyectos de electrificación rural basado en energías renovables en el parque natural Karakinka, tierra del fuego*” explica, que es la máquina encargada de transformar la energía mecánica en eléctrica, pudiendo ser del tipo asíncrono o síncrono. Operan a velocidad y frecuencia constante de unos 50 o 60 Hz. También se utiliza generadores de imanes permanentes que trabajan a menor velocidad entre 200 y 300 rpm, no necesitan caja de engranes y pueden ser accionados a velocidad variable, logrando recuperar mayor energía del viento a menor costo.

La mayoría de los aerogeneradores utilizan generadores asíncronos trifásicos con rotor bobinado. Su elección se debe porque son confiables, robustos, con capacidad de sobrecarga y baratos.

- **Unidad de refrigeración**, compuesto por un ventilador eléctrico utilizado para enfriar el generador eléctrico. Además contienen una unidad refrigerante para enfriar el aceite del multiplicador. Algunas turbinas tienen generadores refrigerados por agua.

- **Anemómetro**, instrumento que miden la velocidad del viento y la Velela determinan su dirección. Están conectadas al controlador electrónico quien procesa estas señales para su control y supervisión.
- **Controlador electrónico**, dispositivo diseñado en base a microprocesadores, cuya función es analizar y evaluar las condiciones de operación del sistema considerando rumbo y velocidad del viento. Actúan en caso de cualquier contingencia por sobrecalentamiento del generador y en la caja de transmisión. Evalúa la presión y temperatura de los sistemas hidráulicos de los frenos mecánicos de disco en la flecha, sus rpm, así como las tensiones y corrientes eléctricas de salida del generador. Detecta vibraciones en el sistema, optando por las mejores condiciones para arrancar, parar orientar el sistema al viento y enviar señales sobre la operación a un centro de control.

La torre

El DEPARTAMENTO DE ENERGÍA DE EE.UU (2007), en *“Sistemas Eólicos Pequeños para Generación de Electricidad”* señala, que a mayores alturas el viento es más intenso produciendo una mayor cantidad de energía. La torre también evita las turbulencias de aire que podrían existir cerca del piso, debidas a obstrucciones como colinas y árboles. Por regla general, se recomienda instalar la turbina en una torre, en la cual la parte inferior del rotor esté a una altura de 9 metros de cualquier obstáculo que se encuentre a una distancia de 90 metros de la torre. Inversiones

menores en una torre más alta, pueden resultar mayores ganancias en la generación de energía. Por ejemplo, la diferencia de instalar una turbina a 30,4 m, en vez de 18,2 m puede incrementar la inversión en un 10% pero la generación de energía se puede incrementar hasta en un 25%.

Existen dos tipos de torre: las auto portantes (soporte libre) y las retenidas, siendo estas las de mayor uso para aplicaciones residenciales. Estas torres son las más baratas y pueden consistir de secciones estructurales o tubulares, dependiendo del diseño y los soportes para los cables de retenida. Sin embargo, el radio para sostener las retenidas debe ser la mitad o tres cuartos de la altura de la torre, por lo que se requiere tener suficiente espacio para fijarlas.



Figura 2.16 Aerogenerador de potencia 2 MW. Tomado de Gamesa

Aerogeneradores de pequeña potencia para uso rural

OLADE (2010) señala que las principales aplicaciones de un sistema de energía eólica, se dan en

electrificación de aldeas remotas, bombeo de agua para irrigación, bombeo de petróleo, energización de sistemas de comunicación remotos, etc. Los tipos de aerogeneradores de acuerdo a su potencia son aquellas comprendidas entre los 180 y 3 000 W, con tensiones entre 12 y 24 V para los de menor potencia y entre 120 y 240 V los de mayor potencia.



Figura 2.17 **Aerogenerador en zona rural.** Tomado del primer Seminario Internacional de Energía Eólica DGER, Miguel Ramos (2008).

EL DEPARTAMENTO DE ENERGÍA DE EE.UU. considera que los sistemas eólicos pequeños se justifican, siempre y cuando:

- La propiedad o actividad productiva está ubicada en zona rural con un buen recurso eólico.
- Las normas de la localidad permiten la instalación de turbinas eólicas.
- La propiedad se encuentra en área remota con dificultades de acceso de la red de suministro de electricidad.

Las turbinas para aplicaciones residenciales pueden estar en el rango de los 400 W y hasta los 100 kW (para cargas muy grandes), dependiendo de la cantidad de electricidad que se desee generar. Es necesario definir las necesidades de energía para establecer el tamaño adecuado que se requiere.

Las pequeñas turbinas eólicas generan energía eléctrica en corriente directa. En sistemas muy pequeños, las aplicaciones en corriente directa obtienen su energía directamente de la batería. Cuando las cargas requieren de corriente alterna, es necesario instalar un inversor para rectificar la corriente directa de las baterías a corriente alterna. Aunque este dispositivo disminuye ligeramente la eficiencia global del sistema, permite que la instalación eléctrica del hogar suministre de energía los equipos diseñados a este nivel de tensión tales como refrigeradoras, TV, computadoras, etc.

Por seguridad, las baterías deben ser instaladas en forma aislada de las áreas de convivencia y de equipos electrónicos, debido a que contienen sustancia consideradas corrosivas o explosivas. Asimismo, las baterías de plomo-ácido requieren ser protegidas de temperaturas extremas.

Las partes básicas de un aerogenerador de baja potencia se presentan en la siguiente Figura:

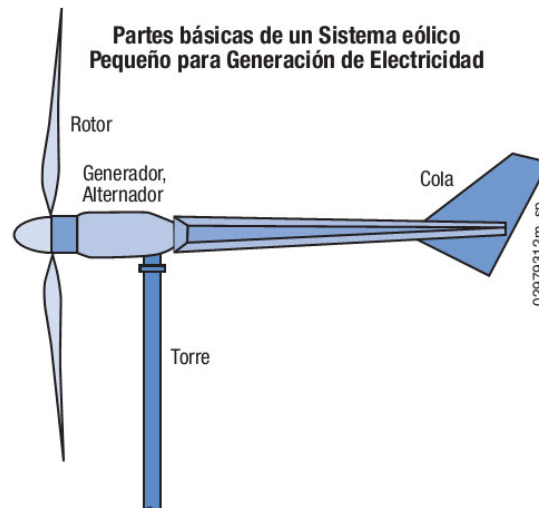


Figura 2.18 **Partes básicas de un sistema eólico para uso rural.** Tomado de: EL DEPARTAMENTO DE ENERGÍA DE EE.UU.

Es importante considerar, que no es recomendable montar los aerogeneradores sobre los techados, debido a que el sistema vibra y se transmite a la estructura donde están montadas. Esto puede ser causa de ruido y problemas estructurales con la construcción y además los techados pueden causar excesiva turbulencia acortando la vida útil de la turbina.

Energía aprovechable

FERNÁNDEZ (2000) deduce, que la energía transferida al rotor por el viento está en función de la densidad del aire, velocidad del viento y del área de barrido del rotor. La potencia del viento que pasa perpendicularmente a través del área del rotor se determina por la siguiente expresión:

$$P = \frac{C_p \rho v^3 \pi D^2}{8}$$

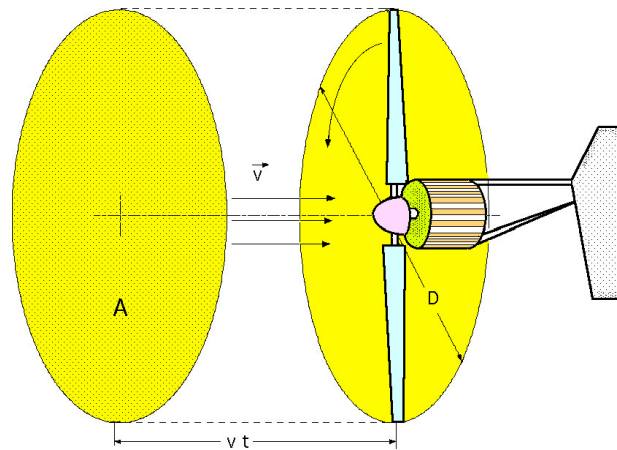


Figura 2.19 Área "A" barrida por el rotor de diámetro "D".
Tomado de Energía eólica (Fernández, P.)

Donde:

- P : Potencia del viento (W)
- Cp : Eficiencia de la turbina
- ρ : Densidad del aire seco 1 225 (Kg/m³) a la presión atmosférica promedio a nivel del mar y a 15°C
- V : Velocidad media del viento en (m/s)
- D : Diámetro del rotor (m)

Es importante destacar, algunos aspectos relacionados con los parámetros para determinar la potencia del viento.

La energía cinética del viento depende de su masa por unidad de volumen; el aire es más pesado cuando las temperaturas son más bajas, sin embargo, a grandes altitudes la presión del aire es más baja y el aire es menos pesado.

El área del rotor influye en la potencia del viento con el cuadrado del diámetro. Un rotor que duplica su diámetro recibirá cuatro veces más energía, es decir, la potencia producida aumenta con el área de barrido del

rotor. En la siguiente figura se observa como la potencia generada está en función del diámetro del rotor.

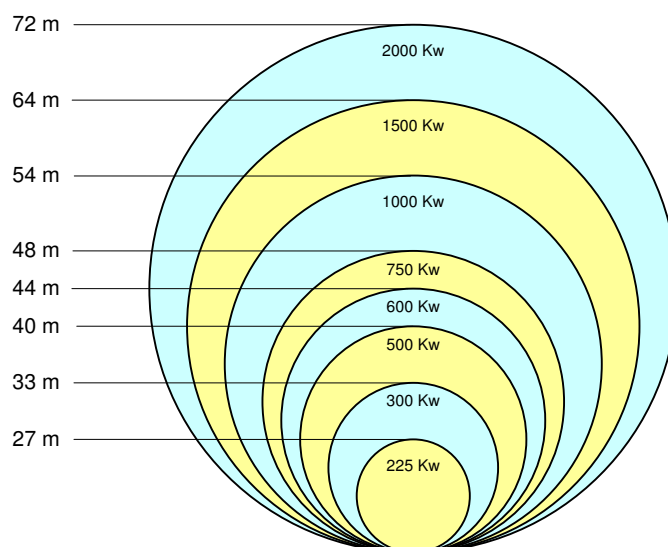


Figura 2.20 **Potencia generada en función del diámetro del rotor.**
Tomado de www.Windpower.org (1998).

Así también, la cantidad de energía del viento está en relación al cubo de su velocidad media, lo que significa que si la velocidad del viento se duplica, la energía disponible en el viento será ocho veces mayor.

A. Factibilidad económica

MUNDO SOLAR en su página web “*Precio de los aerogeneradores*” señala, que los costos totales para la instalación de un aerogenerador de gran potencia a escala comercial, puede variar entre 1,2 millones a 2,6 millones de dólares por MW de capacidad nominal instalada, y está en función del costo de la turbina, los contratos de construcción, el tipo de máquina, la ubicación del proyecto, y otros factores. Además, dentro de los costos del proyecto hay que considerar: la

evaluación del recurso eólico, el precio y la carga de la turbina y la torre, gastos de construcción; concesión de permisos y los estudios de interconexión; los sistemas eléctricos tales como transformador, protección y equipo de medición; seguros, operaciones, garantía, mantenimiento y reparación; honorarios de abogados y de consulta. Otros factores que afectan al proyecto incluyen los costos de financiamiento, el tamaño del proyecto y los impuestos.

MUNDO SOLAR señala también, que las pequeñas turbinas residenciales o domésticas cuestan menos, pero son más caros por kW de capacidad de producción de energía. El costo de las turbinas de viento de menos de 100 kW está alrededor de US\$ 3 000 a US\$ 5 000 por kW de capacidad. Eso significa que una máquina de 10 kW puede costar entre US\$ 35 000 y US\$ 50 000 dólares.

Por regla general, la estimación en costo de un sistema eólico es de unos (1 000 a 3 000) US\$ por kW. La energía eólica tiene una mejor relación costo/beneficio mientras más grande sea el tamaño del rotor. Aunque las turbinas pequeñas tengan un costo inicial menor, son proporcionalmente más caras. El costo de un sistema eólico residencial que tiene una torre de 24,3 m de alto, baterías y un inversor, está en el rango de los 13 000 a los 40 000 US\$ para turbinas de entre los 3 y los 10 kW.

Tomando como referencia al aerogenerador Black 300 (Aerogenerador eficiente) diseñado en Alemania por el Ing. Wolfgang Schwarz, que se caracteriza por un

rendimiento excelente sobre todo en vientos de baja a mediana velocidad, puede generar una potencia máximo de 450 W. Actualmente tiene gran éxito en Europa con más de 2 000 aerogeneradores instalados. Su innovador generador trifásico tipo “direct drive” con los más fuertes imanes permanentes de neodimio, la turbina no tiene ningún torque y empieza a girar a menos de 1 m/s y produce energía aprovechable desde 1,8 m/s.

Black 300 es diseñado para trabajar sin ninguna supervisión y con un mantenimiento apropiado, se puede esperar una vida útil de muchos años.

Cuadro 2.17 Datos técnicos del aerogeneradores Black 300.

Hélice	3 hojas
Material	Carbon-Nylon
Diametro del Rotor	1.22 m
Generador	Permanente, Direct Drive
Voltaje	12V DC (24V, 48V disponible)
Rendimiento a 9.36 m/s	343 W (max. 450W a 12m/s)
Velocidad mínima para cargar	1.8 m/s
Peso del Generador	15 kg
Medidas y peso del paquete	70 cm X 40 cm X 21cm (18kg)
Garantía	2 años

Fuente: Delta Volta

El precio del Black 300 con el controlador que también permite conectar placas solares hasta 100 W es de 1 480 US\$ (más IGV).

El Black 1500 es un aerogenerador con 1 500 W, entró en el mercado el 2011 a un precio de 5 800 US\$ (más Impuestos).



Figura 2.21 **Aerogenerador eficiente Black 300.** Tomado de Delta Volt: Energía renovable.

2.3.1.2 Energía Solar. El Sol, centro de nuestro sistema planetario es considerado fuente de vida y origen de otras formas de energía que el hombre ha utilizado desde su existencia. La energía solar es inagotable, no tiene costo y tal como señala BUN-CA (2002), su radiación se puede transformar de dos maneras: la primera utiliza una parte del espectro electromagnético para producir calor (energía solar térmica). La segunda utiliza la otra parte del espectro electromagnético de la energía del sol para producir electricidad (energía solar fotovoltaica); para ambos casos es necesario utilizar sistemas que permitan convertir la radiación solar en calor a través de colectores térmicos y en electricidad con módulos fotovoltaicos respectivamente. Estos sistemas son diferentes en su principio de funcionamiento así como su tecnología utilizada.

La energía solar es una energía renovable que está disponible sin necesidad de alguna transformación, y si es aprovechada convenientemente, se evita generar energía por otros medios como los derivados del petróleo que son contaminantes. Esta ventaja la hace competitiva respecto a otros medios por su contribución

al cuidado del medio ambiente, y será una buena alternativa para su masificación en el futuro, en la medida que sus costos también sean atractivos.

Las aplicaciones de los sistemas que usan la energía solar, se destinan a satisfacer numerosas necesidades tales como: obtener electricidad y agua caliente para consumo doméstico o industrial, dar calefacción a los hogares, hoteles, colegios, fábricas, etc. La mayoría de estas aplicaciones van respaldadas con energías convencionales para evitar la necesidad de grandes y costosos sistemas de acumulación, logrando disminuir la facturación de energía eléctrica.

Antecedentes de la energía solar

A mediados del siglo XIX (1839), el físico francés BECQUEREL descubrió el efecto fotovoltaico – FV. EINSTEIN (1905) da la base teórica del fenómeno, haciéndose acreedor al premio Nobel de Física. Sin embargo, su aplicación práctica inicia en 1954 para proporcionar electricidad a sistemas eléctricos de los satélites espaciales y la primera aplicación en la tierra empieza en 1972. Estos sistemas tienen un gran impacto en aquellos lugares remotos donde carecen de electricidad.

Los beneficios directos de dar electricidad a domicilios y comunidades rurales son: contribuir a un mejor estándar de vida de la población, mejorar las condiciones sanitarias a través de sistemas de bombeo de agua, uso de refrigeradora para la conservación de los alimentos y medicinas, entre otros beneficios.

GASQUET (2004) en *“Conversión de la luz solar en energía eléctrica”* señala, la energía solar a través de sus manifestaciones de luz y calor son parte vital en la vida del planeta. La luz solar hace posible el proceso de fotosíntesis, el cual es necesario para la existencia de la vida humana, vegetal y animal. Por otro lado, el calor produce el clima evaporando el agua del mar libre de sal y la devuelve al planeta en forma de lluvia. Gracias a este comportamiento de la naturaleza producto del Sol, antiguas civilizaciones lo han venerado.

Energía solar fotovoltaica

Es una energía renovable y limpia, que aprovecha la radiación solar para convertirla en electricidad a través de celdas solares. Una de las principales ventajas sociales de la energía solar fotovoltaica es la facilidad de acceso, adicionalmente la modularidad de los equipos que permite construir instalaciones de pequeña escala.

BUN-CA⁵⁰ indica que la energía del sol es un recurso de uso universal, el costo que representa obtener la energía solar es nulo, es decir, no se debe pagar por este tipo de energía primaria, sin embargo, el principal inconveniente es que varía de la hora del día, la época del año y de la situación geográfica de la instalación. El costo de utilizar la energía solar corresponde al costo de comprar, instalar y mantener adecuadamente el sistema fotovoltaico.

⁵⁰ Op. Cit. p.4

SAWIN⁵¹ (2011) en su Global Status Report señala, que la energía solar fotovoltaica ha incrementado de manera exponencial su producción en todo el mundo. En el 2006 se producía 7,3 GW, creciendo aproximadamente en 40 GW al 2010. En el siguiente gráfico se observa la evolución de crecimiento desde 1996 hasta el 2010.

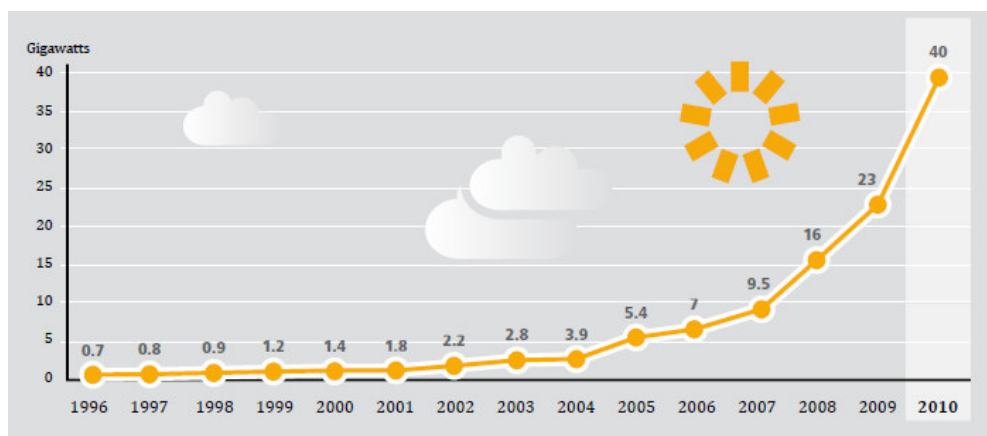


Figura 2.22 **Capacidad de energía-PV en el mundo 1995 – 2010.** Tomado de Renewable Energy Policy Network for the 21st Century – REN21. Fuente. PV News, EPIA.

Descripción del sistema fotovoltaico

BUN-CA⁵² denomina al sistema fotovoltaico como el conjunto de equipos contruidos e integrados para realizar 4 funciones:

- Transformar la energía solar en energía eléctrica.
- Regular la energía generada y acondicionarla para su uso.
- Almacenar la energía generada.
- Utilizar la energía producida y almacenada.

⁵¹ REN21: “Renewable 2011 Global Status Report”. p.22

⁵² Op. Cit. p.6

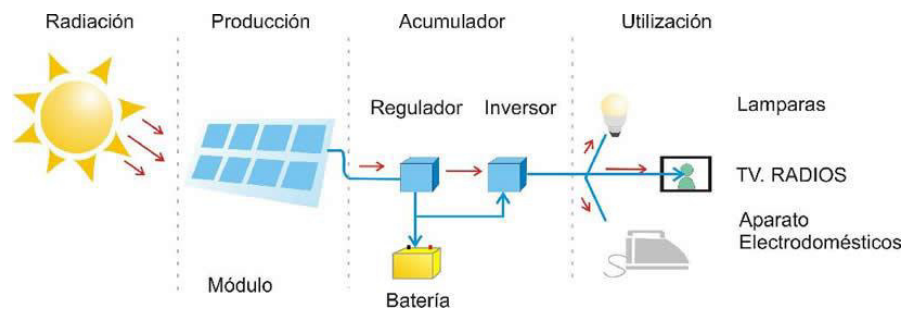


Figura 2.23 Sistema Fotovoltaico.

Componentes de un sistema fotovoltaico

Un sistema fotovoltaico está constituido por:

- A. Panel fotovoltaico.
- B. Regulador de carga.
- C. Inversor.
- D. La batería.
- E. Seguidor solar

A continuación se describe cada uno de ellos:

A. Panel fotovoltaico

El panel fotovoltaico es el sistema que permite transformar la energía del sol en energía eléctrica a través de células solares (parte elemental del panel fotovoltaico). Estas células son construidas de material semiconductor, donde la base para su construcción es el Silicio.

GASQUET⁵³ señala que el efecto fotovoltaico se produce cuando la radiación luminosa ioniza la parte interior de un semiconductor, originando una diferencia

⁵³ Op. Cit, p.24

de potencial aprovechable para generar electricidad cuando se le conecta una carga.

A continuación se describe el panel fotovoltaico desde la célula solar hasta sus diferentes configuraciones diseñadas a partir de ella.

Célula ó Celda solar

BUN-CA⁵⁴ señala que la célula solar está fabricada de materiales semiconductores tales como: Silicio, Galio, Indio, etc. cuya propiedad consiste en absorber parte de los fotones de la luz incidente, transmitiendo esta energía a los electrones de valencia del semiconductor, rompiendo el enlace y convirtiéndose en electrones libres para circular dentro del semiconductor. El movimiento de electrones origina una corriente eléctrica en el semiconductor, que se aprovecha cuando se conecta una carga al sistema.

La célula tiene un tamaño de 10 por 10 centímetros y se interconectan unas con otras para formar módulos solares. Cada una de ellas produce un voltaje individual de 0,5 a 0,6 V, se requieren 36 celdas solares para producir en circuito abierto 20 V. el cual es suficiente para cargar una batería de 12 volts.



Figura 2.24 Célula solar. Tomado de INSPIRA WEB, SL.

⁵⁴ Op. Cit, p.7

La eficiencia de conversión de estos sistemas se define como la razón de la máxima potencia eléctrica entregada por la célula y la potencia luminosa incidente en ella. La eficiencia típica de una célula está en alrededor de 15%. Sin embargo, se considera que un metro cuadrado de células puede proveer potencia suficiente para dar energía y hacer funcionar un televisor mediano.

Tipos de células solares

Existen diferentes tipos de células solares, construidas en función de los materiales semiconductores y los métodos de fabricación. Así por ejemplo, las células solares de silicio pueden ser del tipo monocristalinos, policristalinos o amorfas. La diferencia entre ellas radica en la forma como los átomos de silicio están dispuestos en la estructura cristalina. Existen también otros materiales, cuyas características constructivas y de eficiencia difieren de las de silicio, éstas ya se están usando y continúan las investigaciones para mejorar su performance.

KRASIMIROV (2008), en *“Preparación y estudio de películas delgadas con aplicaciones fotovoltaicas”* señala, hay tres variantes básicas de la tecnología de película delgada solar, siendo éstas de silicio amorfo, Teluro de Cadmio, Diseleniuro de Cobre e Indio llamado también CIGS. La posibilidad de utilizar capas finas para módulos fotovoltaicos es muy atractiva por el enorme ahorro de materiales costosos y la simplificación del proceso de fabricación. Al mismo tiempo, el aspecto homogéneo y elegante de estos módulos, así como la libertad de formas y diseños

permiten ser atractivos para una integración arquitectónica. Por otro lado, respecto al cálculo de la eficiencia, un módulo completo siempre tiene una menor eficiencia total que una única célula solar. A continuación se describen los tipos que se pueden encontrar en el mercado:

- **Silicio puro monocristalino:** Este tipo de células se construyen a partir de Silicio puro, que se funde en un crisol junto con una pequeña proporción de Boro. Cuando el material se encuentra en estado líquido se le introduce una varilla con un "cristal germen" de Silicio, que le da la propiedad de generar nuevos átomos quedando ordenados, siguiendo la estructura del cristal. De esta manera se obtiene un monocristal dopado, que luego se corta en capas muy finas de aproximadamente 0,2 milímetros o menos de grosor. Estas capas se introducen después en hornos especiales, dentro de los cuales se difunden átomos de fósforo que se depositan sobre una cara y alcanzan una cierta profundidad en su superficie. Posteriormente, y antes de realizar la serigrafía para las interconexiones superficiales, se recubren con un tratamiento anti reflexivo de bióxido de titanio o zirconio.

KRASIMIROV señala también que las mayores ventajas del silicio cristalino como material, son su abundancia y la enorme base de conocimiento acumulado por la industria electrónica. En laboratorio se ha alcanzado eficiencia record de una célula con éste material de 24% y de módulo

20.1%. Las eficiencias de módulos comerciales varían entre el 14% y el 17%.



Figura 2.25 **Módulo con células de Silicio puro monocristalino.**
Tomado de Solarshop.cl "Energía solar para todos"

- **Silicio puro policristalino:** El material utilizado para este tipo de células son semejantes a los del tipo anterior, aunque en este caso el proceso de cristalización del Silicio es diferente. En lugar de partir de un monocristal, se deja solidificar lentamente la pasta de Silicio sobre un molde, con lo cual se obtiene un sólido formado por muchos pequeños cristales de Silicio, que pueden cortarse luego en finas capas policristalinas.

Son visualmente muy reconocibles por presentar su superficie un aspecto granulado. En laboratorio se obtienen rendimientos máximo y comercial inferior a los monocristalinos, estando en el orden de 19,8% y 14% respectivamente, donde su precio también es más bajo.



Figura 2.26 **Módulo con células de Silicio puro policristalino.**
Tomado de SITIOSOLAR.

Aproximadamente el 90% de todas las células son fabricadas siguiendo la tecnología del Silicio monocristalino y policristalino, estas presentan por diseño un grosor considerable. Sin embargo, células más finas y versátiles se obtienen mediante el empleo del Silicio con otra estructura u otros materiales semiconductores, que permiten incluso su adaptación a superficies irregulares, estos son los denominados paneles de lámina delgada. A continuación se mencionan algunos de ellos:

- **Silicio amorfo (Si-a):** Este tipo de células están basados también en el Silicio, con la diferencia que este material no sigue una estructura cristalina alguna. Son por lo general utilizados para pequeños dispositivos electrónicos como calculadoras, relojes y en pequeños paneles portátiles. Su rendimiento máximo alcanzado en laboratorio ha sido del 13% y para los módulos comerciales de 8%.

- **Teluro de cadmio (CdTe):** KRASIMIROV⁵⁵ Este material posee un alto valor de coeficiente de absorción; su mayor ventaja respecto a los demás es durante su producción, debido a que genera menos basura, se requiere menor cantidad de material semiconductor y utiliza más eficientemente la materia prima, repercutiendo finalmente en su bajo costo de producción y venta. El rendimiento obtenido en laboratorio es 16,5% y en módulos comerciales está aproximadamente en 8%. Esta tecnología presenta un inconveniente, el Cadmio es uno de los elementos escasos que existen y altamente tóxico para el medio ambiente.
- **Arseniuro de Galio:** Es uno de los materiales más eficientes en la construcción de células, presentando rendimientos en laboratorio del 25,7% y a nivel comercial del 20%. Investigaciones han desarrollado depositar este material en múltiples capas delgadas, obteniendo un mayor rendimiento. Las capas múltiples eliminan las limitaciones en cuanto al área de trabajo y permiten lograr una mayor área de cobertura y generar más energía al menor costo. Su gran desventaja radica en el elevado costo del material empleado.
- **Diseleniuro de cobre e indio (CuInSe₂ ó CIS):** son células fabricadas en base a este material, cuentan con un elevado coeficiente de absorción, considerando que se fabrican de cuatro y hasta cinco elementos (Cu, In, Se, Ga, S), mientras que en los de CdTe son de dos elementos. Sin

⁵⁵ Op. Cit, p.14

embargo, uno de los inconvenientes de su difusión, es porque su estructura es mucho más compleja, lo que influye en la dificultad de producción, repercutiendo en sus costos y con impacto ecológico por su elevada toxicidad.

- **Tándem:** Son dos células solares orgánicas con diferentes características de absorción, conectadas en serie para operar juntas y abarcar una gama más amplia del espectro de radiación solar aprovechable energéticamente, tanto en las longitudes de onda más cortas como en las más largas. Una característica importante de este tipo de módulos, es que se doblan utilizándose en cualquier dispositivo electrónico. En estos módulos se ha logrado rendimientos del 35%, pudiendo teóricamente llegar hasta rendimientos del 50% en uniones de 3 materiales. Esta nueva célula puede fabricarse por medio de tecnologías económicas de impresión y recubrimiento, logrando costos menores respecto a los paneles típicos de silicio.

DÍAZ (2003) en su tesis Doctoral: *“Confiabilidad de los Sistemas Fotovoltaicos Autónomos: Aplicación a la Electrificación Rural”* señala, una vez que los módulos se instalan en su ubicación definitiva, se exponen a los efectos de: radiación solar, cambios de temperatura, humedad, etc., factores que con el tiempo provocan la degradación del módulo con pérdida progresiva de potencia respecto al valor inicial. La degradación mayor se da en los primeros meses de operación, siendo más notorio en la tecnología de Silicio Amorfo, con valores de pérdida de potencia que esta entre (10-30) % según modelos. Sin embargo, en módulos de Silicio Cristalino,

su degradación es inferior, estando en los primeros 6 meses en 1% y al año en 5%; una vez establecido los módulos, la tasa de degradación durante el resto de su vida útil es inferior, experimentando durante el período anual entre (1-2) % para los de Silicio Amorfo y entre (0,5 – 1) % en Silicio Cristalino.

Módulo fotovoltaico

Se forma de la conexión en serie y/o paralelo de un conjunto de células solares, con el objetivo de obtener una determina potencia eléctrica a una tensión determinada.

Para evaluar el comportamiento de un módulo fotovoltaico tenemos que referirnos a su curva característica (ver Figura 2.27).

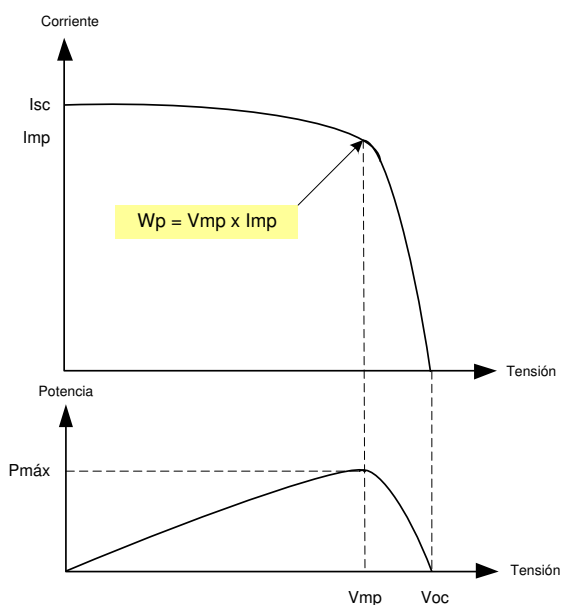


Figura 2.27 **Curvas características de un módulo fotovoltaico.**
Elaboración propia.

donde:

Potencia Nominal	: W_p (W)
Tensión a la potencia máxima	: V_{mp} (V)
Corriente a la potencia máxima	: I_{mp} (A)
Tensión de circuito abierto	: V_{oc} (V)
Corriente de cortocircuito	: I_{sc} (A)
Tensión máxima del sistema	: V (V)
Condiciones de pruebas estándar STC ⁵⁶	: 1000 W/m^2 , 25°C , AM1,5

La siguiente tabla muestra los datos eléctricos de los módulos solares policristalinos BS-(240-250)-6P2 de la empresa alemana BAUER y KD 135 F, SX Series de la empresa KYOCERA.

Cuadro 2.18a Datos eléctricos de módulos fotovoltaicos policristalinos.

Modelo	BS-240-6P2	BS-245-6P2	BS-250-6P2
Potencia Nominal P (Wp)	240	245	250
Tensión a la potencia máxima U_{mpp} (V)	31,18	31,58	31,98
Corriente a la potencia máxima I_{mpp} (A)	7,7	7,76	7,82
Corriente de cortocircuito I_{sc} (A)	8,32	8,36	8,42
Tensión de circuito abierto U_{oc} (V)	37,3	37,61	37,90
Eficiencia (η)	15%	15,3%	15,6%
Tensión máxima del sistema U (V)	1		
Coeficiente de temperatura I_{sc}	+0,07%/K		
Coeficiente de temperatura U_{oc}	- 0,36%/K		
Condiciones de Prueba estándar (STC)	1.000 W/m^2 , 25°C , AM 1,5		

Fuente. Datos tomados de BAUER.⁵⁷

⁵⁶ **STC**: Los parámetros han sido calculados con una insolación (irradiancia) de 1000 W/m^2 , a una temperatura de trabajo de célula de 25°C y con un espectro solar después de atravesar una masa de aire AM de 1,5 (nivel del mar). En vacío, fuera de la atmósfera AM=0

⁵⁷ **Solartechnik GmbH**: Módulos policristalinos BS6P2 240W-250W.

Cuadro 2.18b Datos eléctricos de módulos fotovoltaicos policristalinos.

Standard Test Conditions (STC) STC = 1000 W/m ² irradiance, 25°C module temperature, AM 1.5 spectrum*			
	KD135SX-UFBS	KD140SX-UFBS	
P _{mp}	135	140	W
V _{mp}	17.7	17.7	V
I _{mp}	7.63	7.91	A
V _{oc}	22.1	22.1	V
I _{sc}	8.37	8.68	A
P _{tolerance}	+5/-5	+5/-5	%
Nominal Operating Cell Temperature Conditions (NOCT) NOCT = 800 W/m ² irradiance, 20°C ambient temperature, AM 1.5 spectrum*			
T _{NOCT}	45	45	°C
P _{max}	97	101	W
V _{mp}	16.0	16.0	V
I _{mp}	6.10	6.33	A
V _{oc}	20.2	20.2	V
I _{sc}	6.78	7.03	A

Fuente. Características del módulo KYOCERA⁵⁸

Para evaluar el rendimiento de los módulos fotovoltaicos, se determina del cociente de la potencia eléctrica máxima ($W_p = V_{mp} \times I_{mp}$) y la potencia de radiación que incide sobre el módulo.

Panel fotovoltaico

Constituido por la conexión de módulos en serie y/o paralelo, de tal manera que se logre el valor de tensión y capacidad de corriente para satisfacer la demanda de la carga. Estos paneles por naturaleza entregan corriente continua.

⁵⁸ **Electrical Specifications:** Module Characteristics KD 135F, SX Series



Figura 2.28 Panel Fotovoltaico. Tomado de TERRA.ORG.

B. Regulador de carga

BUN-CA⁵⁹ define al regulador como un dispositivo electrónico que interconecta los paneles, baterías y receptores para que puedan funcionar en sintonía sin perjudicar el funcionamiento de ninguno de ellos. Este aparato cumple con las siguientes funciones:

- Evitar sobrecargas en las baterías, controlando la cantidad de corriente que le llega al sistema de acumulación, evitando posibles daños. Esta cantidad de corriente depende de los tipos de baterías y del número de ellas.
- Evitar la descarga de las baterías en períodos de luz solar escasa. Actúa como un interruptor, interrumpiendo el flujo de corriente cuando los paneles empiezan a consumir energía eléctrica; esto ocurre cuando la luz que incide sobre ellos no es suficiente.
- Asegurar el funcionamiento del sistema en el punto de máxima eficacia.

⁵⁹ Op. Cit, p.11



Figura 2.29 **Regulador de carga solar.** (Tomado de Prostar de Morningstar⁶⁰)

C. Inversor

SOLENER⁶¹ (2013) señala, que los inversores son equipos diseñados en base a microprocesadores, cuya misión es convertir la tensión continua de 12 V, 24 V, 36 V ó 48 V almacenada en las baterías, en tensión alterna de 220 V para energizar cargas que se alimentan con este tipo de tensión.

Para seleccionar este equipo, es necesario conocer el tipo de carga que alimentará y la potencia eléctrica que el inversor puede suministrar en forma continua. Los inversores son menos eficientes cuando trabajan a un porcentaje inferior a su potencia nominal. También es importante considerar, si el inversor necesita suministrar más de su capacidad nominal durante períodos cortos de tiempo, este es el caso de arranque de motores o cargas que requieren de 2 a 7 veces su potencia.

⁶⁰ MORNINGSTAR CORPORATION. "Especificaciones técnicas de ProStar controlador solar".

⁶¹ Soluciones Energéticas SOLENER: "Inversor senoidal SOLENER: manual del usuario" p.3



Figura 2.30 **Inversor**. (Tomado de Dr Solar⁶²)

D. Banco de baterías

La función prioritaria de las baterías en un sistema de generación fotovoltaico es, acumular la energía que se produce durante las horas de luminosidad para poder ser utilizada en la noche o durante periodos prolongados de mal tiempo. Además proveer una intensidad de corriente superior a la que el dispositivo fotovoltaico puede entregar. Tal es el caso de un motor, que en el momento del arranque puede demandar una corriente de 4 a 6 veces su corriente nominal durante unos pocos segundos.

El sistema de acumulación fotovoltaica está compuesto por una cantidad de baterías, cuyo número depende de la tensión de servicio y de la cantidad de energía que se desea acumular.

ALLIANCE FOR RURAL ELECTRIFICATION (2013) en *“Using batteries to ensure clean, reliable and affordable universal electricity access”* señalan, que existe actualmente 4 familias diferentes de baterías en el mercado: Plomo, Litio, Níquel y Sodio. Explica que las baterías de automóviles construidas en base a Plomo-Acido no deben ser usados para propósitos de

⁶² **Inversor Dr Solar:** Potencia de salida (continua) 1500 W, Capacidad de sobrecarga (máx): 3000 W, Voltaje de salida: 230 VCA, Frecuencia de salida: 50+/- 3 HZ, Eficiencia máxima: 90%, Rango de voltaje de entrada: 10-15 VCC. (http://www.dr-solar.es/products_inverters.html#1500w).

electrificación, por estar diseñados fundamentalmente para suministrar altas corrientes en corta duración, sin embargo, la baterías para electrificación rural deben ser especialmente diseñados para aplicaciones de descarga paulatina.

DÍAZ (2003) en *“Confiabilidad de los Sistemas Fotovoltaicos Autónomos”* indica, que la batería es un elemento susceptible a fallas en aplicaciones fotovoltaicas autónomas, tales como en instalaciones de telecomunicaciones o refrigeración de vacunas, etc. donde se emplean baterías tubulares con regímenes de consumo regular, teniendo un promedio de vida entre 7-8 años. Por el contrario, en electrificación rural para iluminación, presenta una operación general diferente con una duración de 3 años con baterías de automóvil y superior a 5 años con baterías tubulares.

ALONSO (2011) sugiere, que las profundidades de descarga (nivel máximo de descarga, antes de la desconexión del regulador) máximas que se suele considerar durante un número de días (4-10) sin recibir los módulos radiación solar suficiente, debe ser 70% aproximadamente. En instalaciones fotovoltaicas debe evitarse fuertes descargas, debe ser progresiva del orden de las 100 horas, lo que significa unos 5 días.



Figura 2.31 **Batería estacionaria de plomo abierto y placas tubulares.** Tomado de Electro@n Energía solar.

El experto también señala como referencia, considerar como nivel de tensión de los paneles fotovoltaicos del sistema, según la siguiente tabla:

Cuadro 2.19 Nivel de tensión del sistema fotovoltaico.

Potencia de las cargas (W)	Tensión de trabajo (V)
Menor de 1 500	12
1 500 a 5 000	24 ó 48
Mayor de 5 000	120 ó 300

Fuente. Alonso, J.⁶³ (2011) Boletín Solar Fotovoltaica Autónoma (SunFields Europe)

E. Seguidor solar

Sistemas que conduce a los paneles en la trayectoria del sol desde el amanecer hasta el anochecer, permaneciendo los paneles durante todo el día, en la orientación e inclinación óptima respecto al sol. Con este sistema se aprovecha al máximo la totalidad de la radiación solar diaria, y se logra incrementos en el rendimiento de las instalaciones con respecto a las de estructuras fijas, pudiendo alcanzar hasta el 45% en algunas zonas.

GUARDADO & RIVERA (2012) en su tesis: *“Implementación de seguidor solar en dos ejes para el Sistema Fotovoltaico de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la UES”* explican que existen tipos de soporte para los paneles solares tales como:

- **Soporte estático:** Es el sistema más común y económico de las instalaciones por carecer de

⁶³ SUN FIELDS EUROPE-SFE: “Manual para instalaciones fotovoltaicas autónomas” p.3

movimiento. Su inclinación se establece dependiendo de la latitud y de la aplicación que se quiera dar.

- **Seguimiento solar de 1 eje:** Este sistema realiza el seguimiento del sol por medio de la rotación en un solo eje, ya sea horizontal, vertical u oblicuo.
- **Seguimiento solar de 2 ejes:** Sistema de 2 grados de libertad (ejes de rotación) dispuestos ambos perpendicularmente, que realiza el seguimiento total del sol permitiendo que la radiación solar incida perpendicularmente a los paneles.

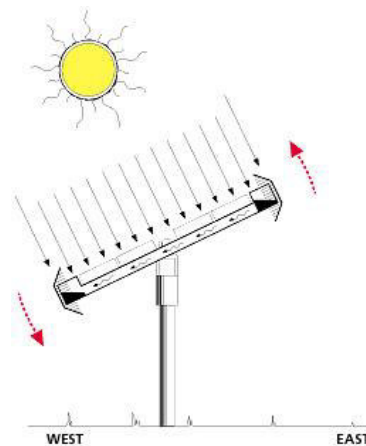


Figura 2.32 **Seguidor solar.** Tomado de Energizar, "Energía limpia al alcance de todos"

Tipos de instalaciones fotovoltaicas

Los sistemas fotovoltaicos pueden instalarse para abastecer de energía a determinadas cargas o para distribuirla mediante redes eléctricas. De acuerdo a estas necesidades se diferencian en:

- **Instalaciones autónomas o de autoconsumo:** ALONSO⁶⁴ (2011) explica, que son instalaciones utilizadas en aquellos lugares donde es difícil y costoso suministrar la energía eléctrica mediante redes. Se utiliza en zonas rurales para viviendas aisladas, antenas de comunicación alejadas de las ciudades, etc.

Estas instalaciones están constituidas por los paneles solares, su sistema de baterías, el regulador de carga y el inversor. Los paneles están por lo general ubicados en los tejados de las casas o en postes.



Figura 2.33 **Instalaciones autónomas.** Tomado de CYTHELIA Expertise et Consoll.

- **Instalaciones conectadas en red:** Son instalaciones donde la energía generada es destinada para distribuirla a través de redes eléctricas y comercializarla. A estas instalaciones

⁶⁴ *Ibíd*, p.4

se le conoce con los nombres “parques” o “huertas solares”, las cuales utilizan grandes áreas de terreno para distribuir los paneles y conectarlas en serie y paralelo. CENSOLAR⁶⁵ (2010) señala, que para una instalación fotovoltaica de 1 MW en suelo, se necesita unas 2 Hectáreas de superficie, y si cuenta con seguidores solares alrededor de 5 Ha.

Los parques están constituidos por muchos paneles y seguidores solares, dispositivos de protección para los módulos y contra sobretensión por rayos, el inversor e interruptores automáticos para su conexión a la red.



Figura 2.34 Parque solar en Andujar - España

Energía aprovechable

PRADO (2008) en su tesis *“Diseño de un sistema eléctrico fotovoltaico para comunidad aislada”* señala, para dimensionar un sistema fotovoltaico, debe asegurarse que el sistema genere energía en las

⁶⁵ Ver en “Trámites administrativos requeridos para instalaciones fotovoltaicas conectada a red” p.5

condiciones más críticas de clima, o como mínimo, satisfacer la demanda de carga. A continuación se presenta una metodología de cálculo basado en el balance energético Wh/día.

Para determinar la energía aprovechable a una aplicación, se debe conocer:

- Radiación solar media diaria sobre una superficie inclinada en la zona donde se ubicará la instalación en la época de mínima radiación.
- Características técnicas del módulo fotovoltaico.
- Necesidades de energía del usuario.
- Días de autonomía sin suficiente radiación y profundidad de descarga de la batería

Consumo energético teórico diario (Et):

Corresponde al consumo de todas las cargas en simultáneo de la instalación expresadas en vatios.

$$Et = \sum (P \times n \times t) \text{ (Wh/día)}$$

donde:

P: Potencia nominal de la carga, (W).

n: Número de aparatos del mismo tipo.

t: Horas diarias de funcionamiento, (h).

Cuando el sistema corresponde a una vivienda, se calculan las cargas en Corriente Continua (CC) y en Corriente Alterna (CA), debido a que solo las de CA se conectan al inversor. Sin embargo, cuando el sistema alimenta a varias viviendas, se considera que toda la energía producida deberá convertirse en corriente

alterna en el inversor para ser luego transmitida a las viviendas.

Consumo energético del usuario (Eu):

Es el aumento de energía por ampliación de carga o por seguridad y varía entre 10% a 25%.

$$Eu = 1,2 Et$$

Consumo energético real (Er):

Es la energía a considerar para determinar el número de módulos, y se determina aplicando los factores de pérdidas al consumo energético del usuario (Eu):

$$Er = \frac{Eu}{Kt}$$

Kt: Rendimiento global de la instalación fotovoltaica, definido:

$$Kt = (1 - Kb - Kc - Kr - Kv) \times (1 - \frac{Ka \times D}{Pd})$$

donde:

Ka: Coeficiente por auto descarga diaria de las baterías a 20^oc.

- 0,002 para baterías de baja auto descarga (Ni-Cd) ó (Pb-Ca)
- 0,005 para baterías estacionarias de plomo ácido (las más usuales)
- 0,012 para baterías de alta auto descarga (SLI) o muy deterioradas por el uso.

Kb: Coeficiente de pérdida debida al rendimiento de las batería.

- 0,05 en sistemas que no se producen descargas intensas.
- 0,1 en sistemas con descargas profundas y mucho tiempo de servicio.

Kc: Coeficiente de pérdidas en el inversor.

- 0,005 para inversores de salida senoidal pura.
- 0,1 para condiciones de trabajo lejos de las óptimas

Kr: Coeficiente de pérdidas del regulador de carga.

- $0,01 < K_r < 0,1$

Kv: Coeficiente de pérdidas no consideradas (transmisión, efecto Joule, etc.)

- $0,05 < K_v < 0,15$ (0,15 cuando se conocen las potencias teóricas; 0,1 en general, sin conocer los rendimientos; 0,05 si se han considerado los rendimientos de cada carga instalada)

D: Días de autonomía de la instalación (días continuos que la instalación deberá operar bajo una irradiación mínima ó nula) con baja o nula insolación.

- 4-10 días como valores de referencia.

Pd: Profundidad de descarga diaria de la batería. No deberá exceder el 80% de la capacidad nominal de la batería.

Es importante determinar en el proceso de diseño de sistemas fotovoltaicos, la radiación solar diaria (H), medida en kWh/m²/día para cada mes del año en función de la localización geográfica e inclinación de los

paneles y en base a datos estadísticos históricos de la zona.

Para el dimensionamiento de la cantidad de módulos, es importante determinar el número de Horas Pico Solares (HPS), que se refiere al número de horas diarias de luz solar equivalentes referidas a una irradiancia⁶⁶ constante $I=1 \text{ kW/m}^2$, a la cual se mide siempre la potencia de los paneles.

PRADO⁶⁷ señala que un método para estandarizar la curva diaria de irradiancia solar, es tal como se muestra en la siguiente Figura, donde el área del rectángulo, definida a partir de las horas pico solares, es igual al área bajo la curva horaria de irradiancia real.

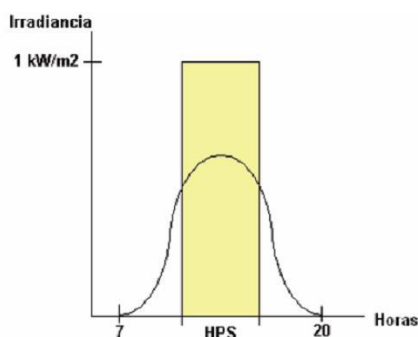


Figura 2.35 Definición de las horas pico solares. Fuente: PRADO (2008)

La irradiación H (kWh/m^2), es igual al producto de la irradiancia de referencia, I , y las horas pico solares, HPS. Como $I=1 \text{ kW/m}^2$, se tiene entonces que los

⁶⁶ Magnitud de radiación o intensidad de iluminación W/m^2 solar que llega hasta nosotros.

⁶⁷ *Ibíd.*, p.25

valores numéricos de la irradiación y las horas pico solares son iguales.

$$H \text{ (kWh/m}^2\text{)} = I \text{ (kW/m}^2\text{)} \times \text{HPS (h)}$$

Energía del módulo (Ep):

ALONSO⁶⁸ (2011) explica, que la cantidad de energía producida por un módulo a lo largo de todo el día, es equivalente a la energía que se produciría en las horas de pico solar si el módulo opera a su potencia máxima o nominal (Wp). Dicha potencia es el principal parámetro que describe el funcionamiento del módulo y la especificación más importante en el dimensionamiento del generador FV.

$$E_p = \text{HPS} \times W_p \times \eta_p \text{ (Whd)}$$

η_p : rendimiento del módulo (considerar 90% si no se conoce)

GASQUET (2004) en “*Conversión de la luz solar en energía eléctrica*” sugiere corregir la potencia de salida del módulo a la temperatura de trabajo utilizando la siguiente relación:

$$W_{pt} = W_p - (W_p \times \delta \times \Delta T)$$

El incremento de temperatura del módulo por sobre la temperatura ambiente de 25°C se calcula:

$$\Delta T = T_t - 25^\circ\text{C}$$

$$T_t = T_a + KR$$

donde:

- W_{pt} : Potencia de salida del módulo a la temperatura de trabajo T_t
- W_p : Potencia pico del módulo a 25°C (dato del fabricante)

⁶⁸ Ibíd, p.10

- δ : Coeficiente de degradación de potencia por temperatura (dato del fabricante ó asumir 0,6%/ °C, sobre los 25°C)
- ΔT : Incremento de temperatura del módulo por sobre la máxima temperatura ambiente de 25°C
- T_t : Temperatura de trabajo del módulo
- T_a : Máxima temperatura ambiente
- K : Coeficiente que varía entre (0,2 y 0,4) °C-cm²/mW, dependiendo de la velocidad del viento:
- Velocidad promedio del viento muy baja o inexistente con enfriamiento pobre o nulo del módulo ($K \sim 0,4$)
 - Velocidad promedio del viento que produce un enfriamiento bueno del módulo ($K \sim 0,2$)
- R : Valor de radiación solar de la zona que depende de las condiciones del clima y del lugar, variando entre (80 y 100) mW/cm².
- Alto valor de insolación diaria ($R \sim 100$)
 - Nubes pasajeras reduciendo el valor de radiación ($R \sim 80$)

Número de módulos necesario (Np):

Se calcula empleando el número de horas pico solares del peor mes del año y la potencia pico del panel seleccionado:

$$N_p \geq \frac{E_r}{W_{pt} \times HPS \times \eta_p}$$

Es importante considerar si la tensión del panel es inferior a la tensión de servicio, conectar los paneles en serie hasta conseguir la tensión necesaria.

Capacidad de la batería (Eb):

Las baterías se dimensionan considerando los días de autonomía de la instalación, así también, es necesario que la profundidad de descarga máxima diaria no supere lo recomendado por el fabricante.

$$E_b \geq \frac{E_r \times D}{P_d} \quad (Whd)$$

$$E_b \geq \frac{E_r \times D}{P_d \times V_{mp}} \quad (Ahd)$$

Recomendaciones para una buena instalación y mantenimiento de los sistemas Fotovoltaicos:

Paneles solares:

- Mantenerla conectada a la batería.
- No dejarla irradiada y en circuito abierto.
- Evitar sombras por tiempo indefinido.
- Corregir la potencia por efecto de temperatura ambiente superiores a 25°C o STC.

Batería:

- Evitar descargas muy profundas mayores del 60% de su capacidad.
- Normalmente en un día, sólo se descarga un 10% ó 15% de su capacidad total.
- Valores por debajo del 10% de la tensión nominal son peligrosos para su vida.
- Según el tipo tienen una auto descarga de 4 Ah al mes.
- La tensión de carga máxima a 27°C suele ser de 14,1 V. Por cada grado por encima de este valor la carga baja 33 mV y por cada grado por debajo, aumenta 33 mV aproximadamente.
- La capacidad de la batería disminuye por efecto de temperaturas inferiores a 20°C.

Factibilidad económica

HERMOCILLA (2013) en “*Evolución de paneles solares hoy hace altamente competitiva la energía fotovoltaica*”

señala, la tecnología para la construcción de los paneles solares ha evolucionado sustancialmente, así como, sus precios. En 1953 el costo fue 1 785 US\$ / Wp, el 2012 estuvo en 1,3 US\$ / Wp (ver Figura 2.36) y en el año 2013 en 0,74 US\$ / Wp. Los precios se reducen en el orden del 20% cada vez que se duplica la capacidad instalada de la industria.

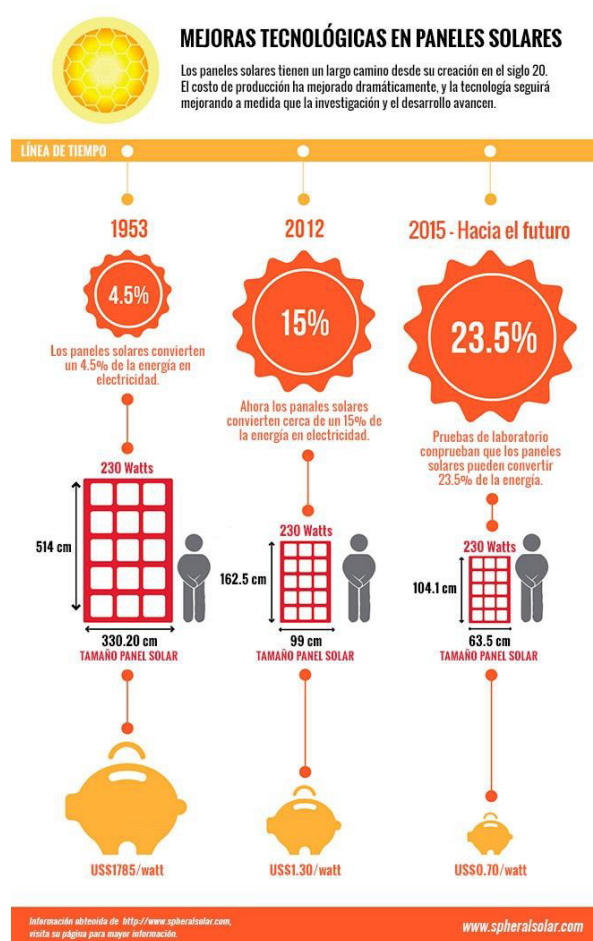


Figura 2.36 Línea de tiempo de los paneles solares. Fuente: Veo verde⁶⁹

Por otro lado, BUN-CA⁷⁰ señala, la inversión para adquirir un sistema fotovoltaico depende de varios factores, los precios internacionales del mercado, la disponibilidad local de distribuidores, la ubicación y la

⁶⁹ Ibid.

⁷⁰ Op. Cit, p.21

demanda energética del usuario, y estima que la distribución de precios es tal como se muestra en la Figura 2.37.

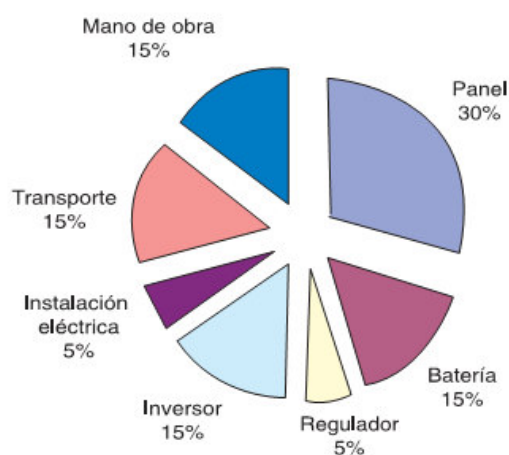


Figura 2.37 Distribución de costos de componentes de un sistema individual doméstico. Fuente: BUN CA (2002)

PRO VIENTO (2014), empresa comercializadora de equipos fotovoltaicos, señala que, para consumir energía verde propia de un sistema fotovoltaico aislado, para una carga equivalente a 5 lámparas ahorradoras, una computadora y/o un TV y una refrigeradora pequeña, se necesita un sistema compuesto de:

- Cuatro paneles solares de 100 Wp.
- Un controlador de carga de 24 VDC/ 15 A.
- Banco de baterías de 2 x 150 Ah como mínimo.
- Un inversor de 2 KVA/110 VAC, con entrada de 24 VDC.

produciendo una energía entre 1,2 a 1,6 kWh/día, significando una inversión aproximada de US\$ 1 700.

2.3.1.3 Sistemas híbridos Eólica – Solar. El DEPARTAMENTO DE ENERGÍA DE EE.UU.⁷¹ indica que los sistemas híbridos pueden proporcionar en forma confiable energía para hogares, granjas e inclusive comunidades enteras que estén alejadas de la red de distribución.

Un sistema híbrido combina las tecnologías de un sistema eólico y un sistema fotovoltaico y ofrece varias ventajas que si se instalan en forma separada.

El mismo informe hace referencia que en algunos territorios de los Estados Unidos durante el verano, el viento no sopla con tanta intensidad, pero cuando el sol brilla es intenso y durante muchas horas al día. En invierno el viento es intenso y la radiación solar es menos intensa.

Debido a que los picos de operación de los sistemas eólicos y fotovoltaicos ocurren en diferentes etapas del año y del día, es probable que los sistemas híbridos puedan cubrir todos sus requerimientos de energía.

En otras ocasiones cuando no se cuente con ninguno de las dos fuentes, la energía puede ser suministrada por un motor de combustión interna (motor diésel).

Una de las experiencias exitosas en estos tipos de proyectos, es el caso del Programa EURO SOLAR programa financiado por la Unión Europea; cuya iniciativa es pionera a nivel latinoamericano de la Dirección General de Desarrollo y Cooperación de la Comisión Europea – Europe Aid. Ellos han instalados los denominados Kit Euro-Solar en países donde se

⁷¹ Ibíd, p.19

encuentra población en situación de pobreza y extrema pobreza, tales como: Bolivia, El Salvador, Guatemala, Ecuador, Nicaragua, Honduras, Paraguay y el Perú, consistiendo el sistema en 5 m² de paneles fotovoltaicos (70% de las comunidades) ó 5 m² de paneles fotovoltaicos y un aerogenerador (30% de las comunidades). Los equipos son:

- Doce baterías de gel
- Una caseta para proteger las baterías
- Un panel de control y abastecimiento eléctrico
- Una valla de protección del recinto
- Un cargador de batería



Figura 2.38 **Sistema híbrido solar - eólico en zona rural.** Tomado del Primer Seminario Internacional de Energía Eólica DGER, Miguel Ramos (2008).

2.3.1.4 Mini Centrales Hidráulicas – MCH. IDAE⁷² (2006)

señala que la energía hidroeléctrica que indirectamente proviene del sol, es considerada como autóctona, limpia e inagotable como el resto de las energías renovables.

⁷² **IDEA** (Instituto para la diversificación y ahorro de energía): “Minicentrales hidroeléctricas”, p.12

A gran escala esta fuente de energía tiene un campo de expansión limitado, debido a que en los países más desarrollados la mayoría de los ríos importantes ya cuentan con una o varias centrales, y en los países en vías de desarrollo los grandes proyectos encuentran con obstáculos los aspectos financiero, ambiental y social.

IDAE también manifiesta, que a menor escala, la generación de electricidad con minicentrales hidroeléctricas sí ofrece posibilidades de crecimiento, debido a la diversidad de caudales que aún son susceptibles de ser aprovechados con las nuevas tecnologías.

Por consiguiente, las energías renovables se convierten en una fuente segura de energía, que minimizaría la dependencia energética exterior al permitir mayor autonomía de los sistemas energéticos nacionales.

Antecedentes de la energía hidráulica

ITDG⁷³ (2004) señala, que el agua es un recurso natural renovable y se encuentra disponible cerca a muchas comunidades. Su aprovechamiento para la generación de energía, comenzó en tiempos antiguos con el uso de ruedas hidráulicas para la producción de fuerza motriz, reemplazando el trabajo manual del hombre.

El proceso de conversión del recurso hídrico más difundido en la actualidad es la producción de energía

⁷³ ITDG-SOLUCIONES PRÁCTICAS PARA LA POBREZA: “Microcentrales Hidroeléctricas. Una alternativa para el desarrollo rural”. p.2

eléctrica. El desarrollo de la tecnología ha permitido alcanzar altísimos niveles de eficiencia en la conversión de la energía hidráulica en energía eléctrica.

Los sistemas eléctricos interconectados han resuelto el abastecimiento de energía a los centros urbanos y han penetrado parcialmente en las áreas rurales. Sin embargo, aún existen grandes áreas geográficas sin servicio eléctrico (zonas rurales).

La clasificación de centrales de baja potencia, varía de acuerdo al país y según sus regulaciones, y por lo general están referidas a los incentivos económicos. ITDG considera⁷⁴:

- Pico centrales hidroeléctricas: hasta 5 kW
- Micro centrales hidroeléctricas: de (5 a 100) kW
- Mini centrales hidroeléctricas: de (100 a 1 000) kW

Componentes de una micro central hidroeléctrica

Las MCH se componen de:

- Obras civiles: cámara de carga, rebose, canal, desarenador, bocatoma, tubería de presión, casa de fuerza.
- Equipo electromecánico.
- Redes eléctricas de transmisión y distribución.

⁷⁴ Ibidem, p.7

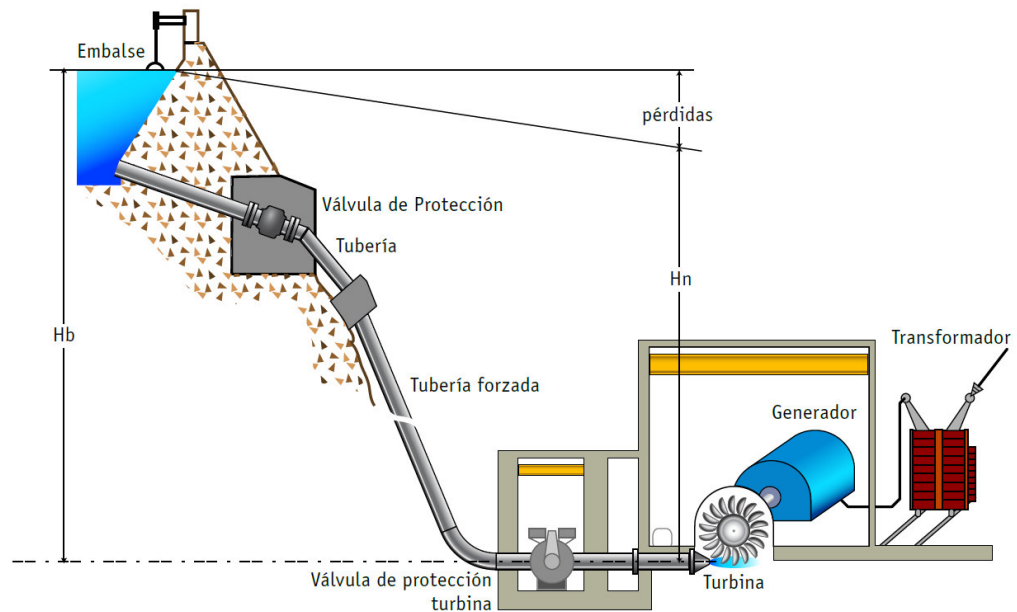


Figura 2.39 Esquema de una Mini Central Hidráulica. Tomado de Introducción a las ERNC-Endesa.

Obras civiles

Están conformadas por: bocatoma, canal de conducción, desarenador, cámara de carga, tubería de presión, casa de máquinas, entre otros. A continuación se describe cada una de ellas de acuerdo a lo que señala PRADO (2006) en *“Estudio de Scaling UP en Micro centrales Hidroeléctricas”*:

Bocatoma

- Sirve para desviar parte del caudal del río que será utilizado para la micro central.
- Se construyen de cemento o una combinación de cemento y madera. Cuando se trata de centrales muy pequeñas, las comunidades utilizan piedra, barro y ramas.

- Permite separar las piedras, ramas u otros objetos del agua captada del río o arroyo.
- Separa la arena u otras partículas sólidas que por su tamaño puedan provocar erosión en los ductos y en la tubería, reduciendo su vida útil.

Canal de conducción

- Sirve para conducir el agua desde la bocatoma hasta la cámara de carga.
- Pueden ser de tierra, revestidos con cemento, tubos de PVC u otros materiales.
- Se recomienda que el canal tenga una pendiente de 1/1000.
- Se construyen con sección trapezoidal.
- La solución que optimiza costos, es aquella en que la base y las paredes laterales a 45° son tangentes a una circunferencia cuyo diámetro se ubica en la cota superior del agua del canal.



Figura 2.40 **Canal revestido con concreto.**
Tomado de: ITDG: Microcentrales

Desarenador y cámara de carga

- Evita que piedritas y arenilla que viene con el agua ingrese a la tubería de presión y a la turbina.

- Asegura que la tubería de presión esté llena, evitando el ingreso de aire.

Tubería de presión ó forzada

- Conduce el agua desde la cámara de carga hasta la casa de máquinas.
- La selección comprende elegir el diámetro y la presión de trabajo que deberá soportar.
- Se construyen en acero, PVC o polietileno.
- El uso de tuberías plásticas se recomienda cuando los diámetros son inferiores a 300 mm. Requieren protección a la acción de la radiación ultravioleta. Se adaptaran muy bien a las variaciones del terreno, se colocan enterradas o apoyadas directamente sobre la superficie y cubiertas con tierra.
- Las tuberías de acero permiten manejar un rango muy amplio de soluciones estructurales.



Figura 2.41 **Tubería de presión.** Tomado de: Osinerming (2005)
Central hidroeléctrica Pariac 3A

Casa de máquinas

ESHA⁷⁵ (2006) define, como el ambiente donde se instalan todos los equipos de generación y control. Tiene como misión, proteger los equipos que convierte la energía potencial del agua en electricidad, de las adversidades climatológicas. El número, tipo y potencia de las turbinas, su disposición con respecto al canal de descarga, la altura de salto y la geomorfología del sitio, condicionan la topología del edificio.

La casa de máquinas puede albergar los siguientes equipos:

- Compuerta o válvula de entrada a las turbinas.
- Turbinas y generadores.
- Equipo eléctrico, sistemas de control y protección.
- Suministro de corriente continua (control y emergencias).
- Transformadores de potencia e intensidad.



Figura 2.42 Casa de máquinas. Tomado de: Osinerning (2005) Central hidroeléctrica San Antonio.

⁷⁵ **ESHA**-European Small Hydropower Association: "Guía para el desarrollo de una pequeña central hidroeléctrica", p.168

Equipo electromecánico

Compuesta por todos los equipos que se encuentran dentro de la casa de máquinas:

- **Turbina:** Son máquinas que transforman la energía del agua en energía mecánica. De acuerdo a los saltos disponibles y los caudales disponibles se seleccionan los siguientes tipos⁷⁶:
 - **Peltón:** Grandes alturas mayores a 30 m y pequeños caudales.
 - **Francis:** Alturas entre 10 y 40 m y caudales medios.
 - **Michell-Banki:** Alturas entre 20 y 40 m y caudales medios.
 - **Kaplan:** Pequeñas alturas hasta 15 m y grandes caudales.



Figura 2.43 Turbina Francis. Tomado de: Soluciones prácticas

- **Generador:** Esta máquina recibe el giro de la turbina y transforma la energía mecánica del eje de la turbina, en energía eléctrica.

⁷⁶ ITDG-SOLUCIONES PRÁCTICAS PARA LA POBREZA. Óp. Cit. p.13



Figura 2.44 **Alternador.** Tomado de: Cortesía Grupo InterPlus

- **Regulador, tablero de control y otros:** Son los componentes que permite el control de frecuencia y tensión de la energía eléctrica generada. La frecuencia debe tener una variación no mayor que $\pm 4\%$ ante cambios en la carga, para evitar daños en los artefactos eléctricos. La tensión es regulada por los reguladores electrónicos de voltaje (AVR), que normalmente vienen incorporados en los alternadores, señala PRADO⁷⁷. Los reguladores electrónicos de carga son los más utilizados en MCH por su bajo costo, fácil operación y mantenimiento.

Energía aprovechable

Para determinar la potencia hidráulica aprovechable de una MCH se considera el salto neto de agua de acuerdo a la siguiente Figura.

⁷⁷ Op. Cit. p.44

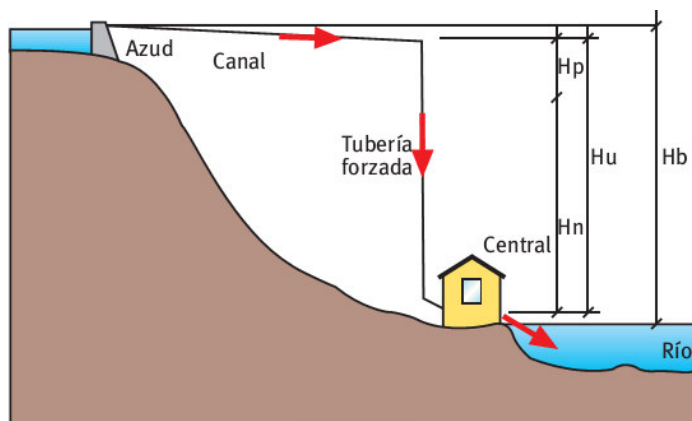


Figura 2.45 Saltos de altura de caída de agua en microcentrales.
Tomado de: IDAE⁷⁸

donde:

Hb: Altura bruta (m)

Hu: Altura útil (m)

Hn: Altura neta (m)

Hp: Pérdidas de carga (m), varía entre 5% a 10% de Hb

Por lo tanto, la potencia máxima producida por el generador se determina con la siguiente expresión:

$$P \text{ (kW)} = 9,81 \times Q \text{ (m}^3/\text{s)} \times Hn \times \eta \text{ (m)}$$

$$\eta = \eta_t \times \eta_g \times \eta_{trafo}$$

donde:

P: Potencia máxima en el generador (kW)

Q: Caudal de agua en (m³/s)

η : Eficiencia equivalente de pérdidas

η_t : Rendimiento de la turbina

η_g : Rendimiento del generador

η_{trafo} : Rendimiento del transformador

⁷⁸ IDAE. Op. Cit, p.35

Sin embargo, para evaluar la potencia útil aprovechable para el uso final, hay que considerar las pérdidas de energía involucrados en los diferentes sistemas, que se traduce en la eficiencia de la máquina o sistema, tales como:

Cuadro 2.20 Rango de eficiencia de máquinas y sistemas electromecánicos.

Eficiencia (η)	Equipo ó sistema
Turbina	0,6 – 0,9
Acople mecánico	0,93 – 0,99
Generador	0,75 – 0,90
Transformador	0,92 – 0,99
Líneas de transmisión	0,90 – 0,95

Fuente. De “Micro centrales Hidroeléctricas” Muguerza, D.

Ejemplo:

Cuadro 2.21 Cálculo de la potencia para uso final a partir de la hidráulica

MCH	Turb	Acople Mec	Gener	Trafo	LT	Trafo	Motor	Acople Mec	Uso final
10 KW	0,75	0,95	0,75	0,92	0,9	0,92	0,75	0,95	2,9 KW

Fuente. Tomado de “Micro centrales Hidroeléctricas” Muguerza, D.

Factibilidad económica

El monto de la inversión inicial depende principalmente de los costos de:

- Los equipos.
- Las obras de infraestructura necesarias para el almacenamiento y manejo del agua.
- El diseño y desarrollo del proyecto.

Cuadro 2.22 Costo unitario de capacidad instalada para generación Mini y Micro hidráulica

Tipos de Centrales	Potencia	Factor Planta %	Eficiencia %	Costo US\$/Kw	Costo OyM US\$/Kw/año
Mini Centrales de Pasada	< 20 MW	34 - 56	92	2 000 y 7 000	35 - 85
Micro Centrales Fijas	< 300 KW	40 - 60	< 92	2 500 - 10 000	50 - 90
Micro Centrales Portátiles	< 5 KW	No disponible	< 92	2 000 y 48 000	50 -90

Fuente. Elaboración propia, datos del Centro de Energía Renovable (2011) Chile.

Los costos de operación y mantenimiento aunque son bajos, dependen de su tamaño y del diseño del sistema (ver Cuadro 2.22).

2.3.1.5 Biomasa.

Antecedentes de la biomasa

IDEA⁷⁹ (2007) señala, que desde el descubrimiento del fuego, la biomasa ha acompañado al hombre suministrándole energía para calentarse, alimentarse e iluminarse. La primera luz artificial generada por el hombre fue el resplandor de sus fogatas. Esta dependencia de la biomasa con el hombre, ha durado miles de años, hasta la segunda mitad del siglo XIX, cuando fue ampliamente sustituida por el carbón y más tarde por otras fuentes energéticas como el petróleo.

Actualmente, el uso de la biomasa en los países desarrollados disminuye notablemente. Sin embargo, para los países más pobres especialmente en las zonas rurales, su uso aún es inevitable para la cocción, generación de calor e iluminación, con el deterioro de la salud de las poblaciones. En los países desarrollados, solamente algunos sectores mantuvieron su consumo

⁷⁹ IDAE-Instituto para la diversificación y ahorro de energía. "Energía de la biomasa". pp. 177-118

como el sector forestal y el agroalimentario o las cerámicas. La mayor parte de los residuos del sector forestal han terminado con un uso energético.

Actualmente el estado del arte de la tecnología de la biomasa ha cambiado, mejorando su transformación, logrando altos rendimientos respecto a los combustibles convencionales.

Descripción del sistema

La energía de la biomasa, es toda aquella que se obtiene de la materia orgánica renovable de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma, a través de su quema directa (cogeneración) o su procesamiento para conseguir otro tipo de combustible (biogás, biodiesel, bioetanol).

USAID (2010) señala, que la energía de la biomasa se encuentra en los productos y residuos animales y vegetales. Así, la energía contenida en la leña, el carbón vegetal, los residuos agrícolas, los residuos urbanos y el estiércol puede ser calificada como energía de la biomasa.

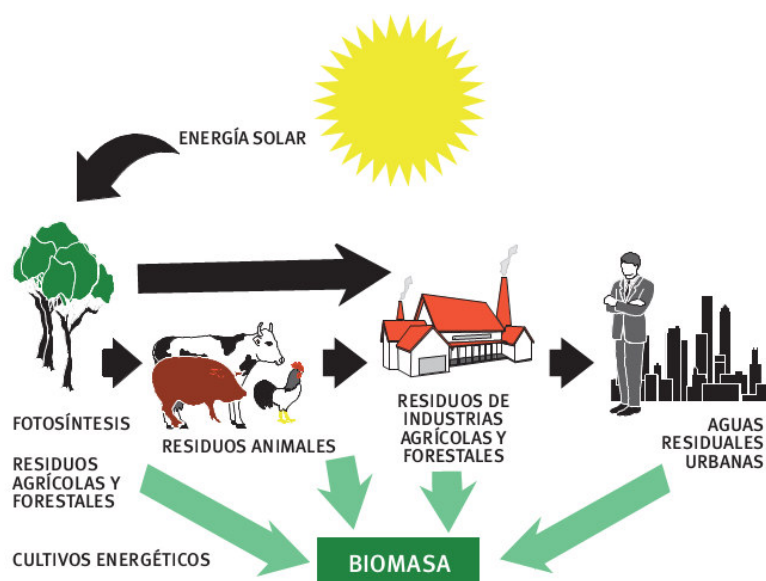


Figura 2.46 **Generación de la biomasa.** Tomado de IDAE⁸⁰

Desde el punto de vista energético, la biomasa se puede aprovechar de dos maneras:

- Quemándola para producir calor, o
- Transformándola en combustible (sólido, líquido o gaseoso) para su transporte y/o almacenamiento.

Para transformar a la biomasa se ejecutan varios procesos, a continuación se explican cuatro tipos:

- *Físicos.* Son los procesos en los que se actúa físicamente sobre la biomasa, e incluyen el triturado, astillado, compactado e incluso secado.
- *Químicos.* Son los relacionados con la digestión química, generalmente mediante hidrólisis, pirólisis y/ gasificación.
- *Biológicos.* Este proceso generalmente llamado fermentación, ocurre por la acción directa de microorganismos o de enzimas. Se aplica en la

⁸⁰ *Ibíd.*, p.6

producción de ácidos orgánicos, alcoholes, cetonas y polímeros.

- *Termoquímicos.* La transformación química ocurre al someterla a altas temperaturas (300°C - 1 500°C).

A continuación se presenta un esquema que muestra las diferentes tecnologías de conversión de energía de la biomasa, sus productos primarios y finales, así como su conversión secundaria y terciaria.

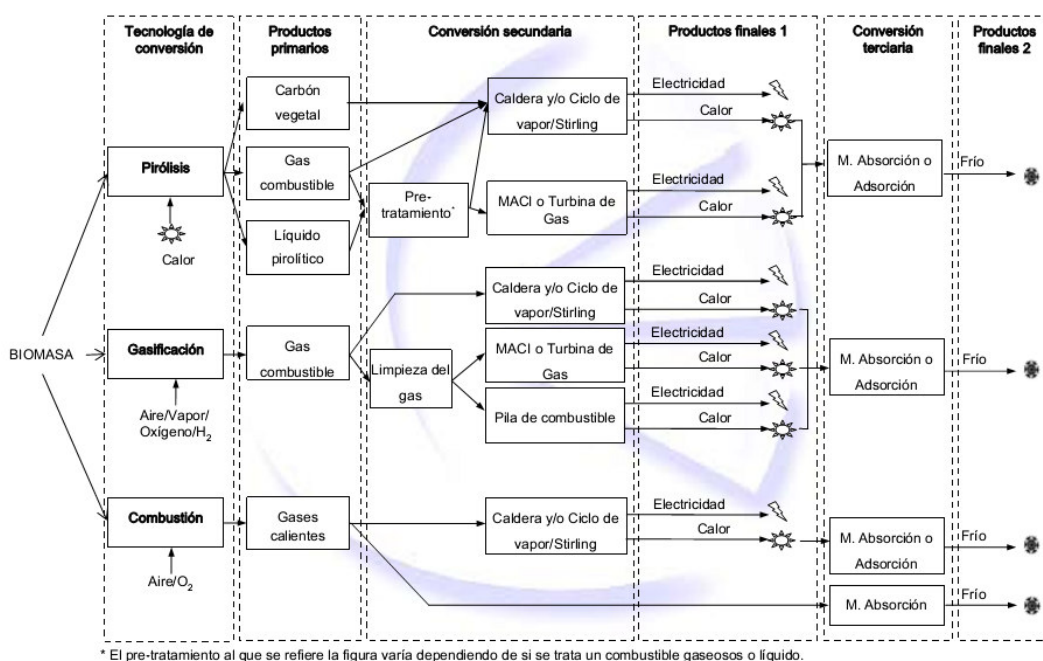


Figura 2.47 **Sistemas de generación energética con biomasa.** Tomado de CIRCE⁸¹ (2009)

Para generar electricidad, se utilizan sistemas que son prácticamente convencionales, ya sean utilizando calderas para producir vapor que se conectan a turbinas de vapor o motores de combustión interna.

⁸¹ Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos-CIRCE. "Posibilidades tecnológicas y viabilidad de la generación descentralizada de electricidad con biomasa" p.4

Ambos equipos se conectan mecánicamente con un generador eléctrico.

Para la producción de fuerza motriz y electricidad utilizando la biomasa, existen dos esquemas alternativos:

1. Sin requerimientos de vapor a través de gasificador y motor de combustión interna.
2. Con requerimientos de vapor (cogeneración), a través de Caldera y máquina de vapor. Para bajas potencias motor alternativo de vapor y para media y alta potencia turbina de vapor.

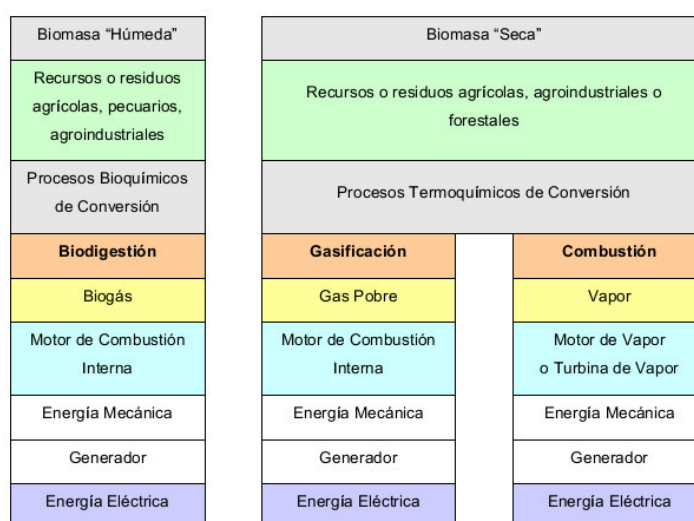


Figura 2.48 Obtención de la energía eléctrica a partir de la biomasa.
Tomado de FUENTES, M. et. al.⁸²

Es importante destacar, que la combustión directa tiene una eficiencia de 6% comparada con la eficiencia de la gasificación que es 25%. Se necesita 4 veces más material biomásico para generar la misma cantidad de kWh. Es así que, para generar 100 kWh con

⁸² Ver en: "El uso de la biomasa para electrificación de zonas rurales en Argentina"

gasificación se necesitarían 131 kg de leña, mientras que con combustión directa se necesitarían 545 kg.

La biomasa residual generalmente presenta elevados contenidos de humedad (~ 50%), lo cual plantea problemas para su utilización y hace necesario reducirla (20-30% para combustión, 10-15% para gasificación). Para ello se recurre al de secado natural, en aquellos lugares donde las condiciones climáticas lo permiten, o utilizando medios mecánicos que lo agilicen.

Otra ventaja de los sistemas de gasificación, es el bajo consumo de agua versus la gran cantidad que requiere para la combustión directa y máquina de vapor, el cual es necesario, un tanque de almacenamiento significativo o de agua corriente.

En base a dichas consideraciones, la tecnología más adecuada para generar electricidad a partir de biomasa, es utilizando un generador eléctrico acoplado a un motor de combustión interna de funcionamiento dual (Diesel - gas).

Para la selección del lugar, es importante analizar la disponibilidad de biomasa teniendo en cuenta no solo la calidad y cantidad, sino también, la logística y costo de transporte, pudiendo este último presentar una barrera importante para su uso.

Energía aprovechable

En el presente análisis, solamente se están considerando como fuente de energía a partir de

biomasa los rollos de leña, pellets, briquetas y chips de madera. Esto se debe principalmente, al desarrollo de las tecnologías empleadas actualmente para este tipo de proyectos.

A continuación se presenta, un cuadro resumiendo las principales características de algunos tipos de biomasa, como referencia para evaluar su factibilidad económica:

Cuadro 2.23 Características de distintos combustibles

	<i>Poder calorífico inferior (kcal/kg)</i>	<i>Humedad</i>	<i>Costo*</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
Rolos de leña	2200 - 2800	25 – 40 %	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> - Poco procesamiento para obtenerlo - Costo bajo 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultades para la manipulación por su tamaño - Composición más heterogénea - Carga y encendido de los equipos es manual
Chips de madera	2200 – 2800	20 – 40 %	Medio	<ul style="list-style-type: none"> - Logística de transporte más sencilla dentro y fuera del lugar de uso - Mejor y más fácil combustión - Control de la humedad más sencillo - Carga de los equipos puede ser automática 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor costo por etapas de procesamiento para su obtención - Más uniforme que la leña, pero menos que briquetas o pellets
Briquetas	~4.500	< 10%	Alto	<ul style="list-style-type: none"> - Logística de transporte más sencilla dentro y fuera del lugar de uso - Uniformidad del combustible - Mejor y más fácil combustión - Carga de los equipos puede ser automática 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor costo por etapas de procesamiento para su obtención - Consumo de energía para su obtención
Pellets	> 3.900	< 10%	Alto	<ul style="list-style-type: none"> - Logística de transporte más sencilla dentro y fuera del lugar de uso - Uniformidad del combustible - Mejor y más fácil combustión - Carga y encendido de los equipos puede ser automática 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor costo por etapas de procesamiento para su obtención - Consumo de energía para su obtención - Aplicaciones limitadas

*se refiere al costo relativo entre los cuatro tipos mencionados.

Fuente. Tomado de “Evaluación de proyectos de micro generación basadas en biomasa”⁸³

Del Cuadro 2.23 podemos destacar, que tanto las briquetas y pellets contienen un poder calorífico superior a los rollos de leña y chips de madera a costa

⁸³ Ver en: Consultoría de apoyo al componente: Política energéticas 2005-2030, Eje estratégico-Diversidad de la matriz energética.

de un mayor precio. Mientras que la leña y madera son de costo bajo a costa del deterioro del medio ambiente por deforestación.

Factibilidad económica

Para determinar la factibilidad del uso de la biomasa para la generación de electricidad en zonas rurales, es necesario evaluar su compatibilidad con la tecnología de generación, el costo del combustible de acuerdo a su ubicación geográfica y los costos de los equipos y operación del sistema para su sostenibilidad energética.

A continuación se presenta, los costos referenciales y características de algunas tecnologías posibles de ser aplicadas para la micro generación de electricidad a partir de biomasa.

Cuadro 2.24 Tecnologías de generación con Biomasa

Tecnología	Motor Stirling	Motor Combustión Interna	Micro-Turbina de gas	Motor de Vapor	Ciclo Rankine Orgánico
Rango potencia (KW)	Hasta 35 kW	Desde fracciones kW a 80 MW	10 – 200 kW	20 – 2.000 kW	200 - 3.000 kW
Costos (US\$/kWe)*	6.300 – 30.000	2.000 – 3.000	6.000 – 10.000	3.600 – 3.800	3.700 – 4.500
Eficiencia eléctrica**	8 - 22 %	20 - 30 %	25 – 35 %	5 - 20 %	10 - 18 %
Ventajas	. Ausencia de partes móviles en contacto con la Biomasa . Diversidad de Biomasa a utilizar	. Sencillez de operación . Gran cantidad de proveedores . Tecnología muy empleada y desarrollada mundialmente	. Eficiencias eléctricas mayores a la del motor de combustión interna	. No es necesario vapor sobrecalentado . Diversidad de biomasa . Buen desempeño a carga parcial	. Bajo mantenimiento, alto grado de automatización . Buen rendimiento a carga parcial . Diversidad de biomasa
Desventajas	. Pocos proveedores comerciales de este tipo de equipos para estas aplicaciones. . Altos costos.	. Necesidades de mantenimiento . Biomasa a utilizar de tamaño y contenido de humedad restringido	. Escaso desarrollo de la tecnología para biomasa gasificada . Biomasa a utilizar de tamaño y contenido de humedad restringido	. Para que sea viable es necesario cogenerar con alto consumo térmico . Por más que los proveedores tengan probada experiencia son relativamente escasos.	. Para que sea viable es un alto consumo térmico . Pocos proveedores de equipos comerciales . Inversiones altas considerando equipos y periféricos. . Fluido de trabajo es inflamable y tóxico
Países de referencia	EEUU, Dinamarca, Italia	India, EEUU, Alemania, Inglaterra, Finlandia	Inglaterra	Alemania	Italia, EEUU

* Datos obtenidos de especificaciones técnicas, cotizaciones y proyectos ejecutados

** Se considera eficiencia eléctrica a la razón entre la potencia eléctrica generada y la potencia entregada por el combustible

Fuente. “Evaluación de proyectos de micro generación basadas en biomasa” *Ibíd*, p.12

Del Cuadro 2.24 podemos evaluar desde el punto de vista económico, que los sistemas que se recomiendan utilizar para generar energía con la Biomasa son: El

motor de combustión interna, el motor a vapor y el de ciclo Rankine Orgánico. Además para el primer caso, su mantenimiento y operación es muy difundido, pudiéndose realizar por cualquier mecánico, sin embargo para los otros sistemas, se requiere de capacitación porque no están muy difundidos.

2.3.1.6 Geotermia. La geotermia es el estudio de los fenómenos térmicos producidos en el interior de la tierra para su aprovechamiento. Se sabe que esta ciencia tiene su origen desde la formación del planeta y la desintegración de elementos radiactivos naturales tales como el Uranio, el Torio y el Potasio que están presentes en las zonas internas de la tierra, liberando gran cantidad de energía y provocando la fusión de las rocas y por consiguiente el calentamiento de aguas.

Se estima que la energía térmica almacenada a diez kilómetros de profundidad de la corteza del planeta, es mayor a 50 000 veces que la energía contenida de las fuentes de petróleo y gas natural. El aprovechamiento de esta energía cuya temperatura aumenta con la profundidad de la tierra, se encuentra concentrado en ciertos sitios del subsuelo, es utilizada para su uso en generación de energía eléctrica, calefacción o en procesos industriales.

Las principales fuentes de energía geotérmica son los manantiales calientes, los géiseres y las fumarolas, siendo los primeros usados desde la antigüedad con propósitos terapéuticos y recreativos.

El aprovechamiento de la energía geotérmica para la producción de energía eléctrica se inicia a comienzos

del siglo XX. En 1913, en Larderello, región volcánica situada en la Toscana italiana, se construyó la primera planta geotérmica de vapor del mundo, con una capacidad inicial de 250 kilovatios, sin embargo, su uso se difunde para aplicaciones de calefacción en Hungría y en algunos lugares de Francia y zonas de Estados Unidos.

En la actualidad, se están experimentando otras técnicas a través de la perforación de rocas calientes donde se inyecta agua fría y se obtiene vapor, teniendo en cuenta que a una profundidad de perforación de 3 000 metros constituye el máximo económicamente viable.

Los países potenciales en energía geotérmica son: Estados Unidos, México, Canadá, Rusia, China, Japón, Las Filipinas, Indonesia, Chile, Perú y otros países ubicados en un área de actividad volcánica.

Beneficios y desventajas de los sistemas geotérmicos

A continuación se presenta los beneficios del uso de la energía geotérmica:

- La producción de energía es constante, está disponible 24 horas al día, 365 días al año ya que no depende de variaciones estacionales como lluvias, caudales de ríos, etc. Son menos probable de agotarse debido a que el agua se reinyecta con energía térmica y tampoco se agota el agua del yacimiento.

- Se pueden instalar sistemas completos: ACS, calefacción y refrigeración. También pueden ser complementarias con demás tecnologías a través de sistemas híbridos.
- Ofrece oportunidades de empleo para la instalación y mantenimiento de estos sistemas contribuyendo al desarrollo de la región y país.
- Generación de proyectos de inversión con el apoyo de los gobiernos que lo fomentan, para el reemplazo al consumo de la energía convencional, especialmente los derivados del petróleo en aplicaciones industriales y de calefacción.
- Se diseñan unidades compactas y flexibles para el aprovechamiento de esta energía en calefacción, aire acondicionado y agua caliente sanitaria desde la misma unidad.
- La producción de ruidos al exterior es baja.
- El área de terreno requerido para las plantas geotérmicas por megavatio, es inferior a otros tipos de plantas de generación de energía. No requieren construcciones adicionales como represas y tanques de almacenamiento de combustibles.

A continuación se presenta las desventajas del uso de la energía geotérmica:

- No se puede transportar a grandes distancias como energía primaria, de allí que su aprovechamiento en electricidad o calor para calefacciones e invernaderos, deben encontrarse en las proximidades del yacimiento en explotación.
- Sólo es disponible en determinados lugares.
- Genera contaminación térmica en algunos casos.

- Se requiere grandes inversiones iniciales para su aprovechamiento.
- Los sistemas son de bajo rendimiento del orden del 11 al 13 %.
- Sin control puede contaminar aguas con sustancias como Arsénico, Amoníaco, etc.
- No son exactamente un tipo de energía limpia porque emiten ácido sulfhídrico, CO₂, entre otros gases, con aumento de efecto invernadero, pudiendo ser controlado.
- Se crean microclimas.

Considerando, que el presente estudio sobre el desarrollo de proyectos de generación de electricidad está dirigido a las zonas rurales en situación de pobreza, los costos de los proyectos utilizando la geotermia son elevados, las tecnologías aún en nuestro medio no son muy conocidas y dichos proyectos están subvencionados por el gobierno, donde tienen la prioridad de abarcar a la mayor cantidad de pobladores; se asume, que dicha tecnología no se tomara en cuenta al menos en los próximos 10 años, y por consiguiente, el presente estudio no lo considera.

2.3.2 Ventajas, desventajas y barreras de las ERNC

A continuación se resume las ventajas, desventajas y barreras de las tecnologías eólicas, solares, hidráulicas y biomasa utilizadas para generar electricidad.

Cuadro 2.25 Ventajas, desventajas y barreras de la energía eólica.

ENERGÍA EÓLICA		
VENTAJAS	DESVENTAJAS	BARRERAS
<ul style="list-style-type: none"> • Aplicadas de manera socialmente responsable, pueden ofrecer oportunidades de empleo en zonas rurales y urbanas y promover el desarrollo de la región y país. • La tecnología involucrada para su aprovechamiento está totalmente desarrollada. • El aprovechamiento del viento es una de las fuentes más baratas, comparable en rentabilidad con otras fuentes energéticas tradicionales como las centrales térmicas de carbón e incluso con las de energía nuclear. • Generar electricidad a partir del viento no produce gases tóxicos, ni contribuye al efecto invernadero, ni destruye la capa de ozono, tampoco crea lluvia ácida. • No representa un problema sobre las características fisicoquímicas del suelo, debido a que no se produce ningún contaminante que incida sobre este medio, ni tampoco vertidos o grandes movimientos de tierras. • Al finalizar la vida útil de la instalación, el desmantelamiento no deja huellas. • En comparación con otras tecnologías para electrificación rural, el sistema eólico es muy barato y simple. No requiere mayor mantenimiento, aparte de una revisión periódica de las baterías, en caso de tenerlas, y una limpieza de las aspas en épocas secas. • Tiene una vida útil superior a 20 años. • Beneficio económico para los municipios afectados (canon anual por ocupación del suelo). 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede causar impacto sobre la avifauna principalmente por el choque de las aves contra las palas, pudiendo modificar el comportamiento habitual de migración y anidación, aunque existen soluciones al respecto como pintar en colores llamativos las palas, situar los molinos adecuadamente, etc. • Su impacto ambiental genera alteración sobre el paisaje, donde algunos ambientalistas lo rechazan. • El aire al ser un fluido de bajo peso específico, implica fabricar máquinas grandes y en consecuencia caras. Su tamaño puede llegar a medir hasta 100 m. • El ruido producido por el giro del rotor genera un impacto negativo a la zona. • La variabilidad del viento para proyectos aislados requiere de un mecanismo de almacenamiento en batería de la energía generada, para poder disponer de energía cuando no haya suficiente viento, esto representa un costo adicional al sistema. Para parques eólicos la variabilidad del viento impacta en la calidad de la electricidad que se pueda entregar a la red eléctrica; por ejemplo la estabilidad del voltaje y la frecuencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Si bien, a lo largo de su vida útil puede resultar más económico por sus bajos costos de operación y mantenimiento, la inversión inicial requerida puede ser una barrera para la realización del proyecto, sobre todo en zonas rurales aisladas.

Fuente. Varios.

Cuadro 2.26 Ventajas, desventajas y barreras de la energía solar fotovoltaica.

ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA		
VENTAJAS	DESVENTAJAS	BARRERAS
<ul style="list-style-type: none"> • Es inagotable, disponible en casi todo el planeta y no tiene costo. • No contamina el aire ni suelo. • Su aprovechamiento evita la dependencia energética de otras fuentes de energía, especialmente los derivados del petróleo y se logra ahorros económicos en la facturas de electricidad y gas. • Contribuye al desarrollo de proyectos de inversión por consiguiente beneficios fiscales y la generación de empleo. • Fomenta la investigación, el desarrollo e innovación. • Los paneles fotovoltaicos generan energía limpia, son silenciosos y no dañan el medio ambiente. • Abastece de energía a zonas aisladas de difícil acceso y de poco consumo de electricidad. • Es posible generar energía para propósitos de venta, ya que pueden conectarse a redes de distribución. • Los módulos tienen una larga vida útil, pudiendo llegar a durar más de 20 años. • Las actividades de mantenimiento es mínimo, teniendo en cuenta que en algunas zonas, la limpieza se realiza mediante las lluvias. Sin embargo, es necesario periódicamente realizar un análisis termográfico para determinar puntos calientes. • Su construcción es bastante rápida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para recolectar energía solar a gran escala se requieren grandes extensiones de terreno. • Posee ciertas limitaciones con respecto al consumo, ya que no puede utilizarse más energía de la acumulada en períodos donde no hay sol, debido a que el nivel de radiación fluctúa de una zona a otra y de una estación del año a otra; se debe complementar otros sistemas alternativos. • La cantidad y calidad de energía solar aprovechable está supeditada al lugar, zona y estación del año. • Cuando son instalados en los tejados de las casas pueden no presentar buena estética debido a sus grandes dimensiones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de coordinación entre los gobiernos central, regional y distrital de esfuerzos⁸⁴. • Falta de programas de financiamiento para proyectos de electrificación fotovoltaica de gran cobertura⁸⁵.

Fuente. Varios

⁸⁴ FOCER (2002). "SOLAR Fotovoltaica" p.27⁸⁵ Loc. cit.

Cuadro 2.27 Ventajas, desventajas y barreras de la energía hidráulica.

ENERGÍA HIDRÁULICA		
VENTAJAS	DESVENTAJAS	BARRERAS
<ul style="list-style-type: none"> • Generan electricidad las 24 horas del día y durante todo el año. • No necesitan quemar combustible para generar electricidad. • No contamina el medio ambiente mediante gases y humos. • Generan puestos de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Intervención del curso del agua para los embalses. • Construcción de obras civiles tales como presas, edificios, redes eléctricas. • Movimiento de tierra para la construcción de la central y carreteras. • Alteración de la fauna terrestre y acuática. • Variación de la cantidad y calidad del agua por sedimentación en los embalses. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto costo para su implementación. • Pérdida de la propiedad y costumbres de los habitantes de la zona.

Fuente. SOLUCIONES PRÁCTICAS ITDG, tecnologías desafiando la pobreza. "Microcentrales Hidroeléctricas. Una alternativa para el desarrollo rural"

Cuadro 2.28 Ventajas, desventajas y barreras de la energía biomasa.

ENERGÍA BIOMASA			
VENTAJAS		DESVENTAJAS	BARRERAS
1	Las calderas de biomasa son muy ecológicas. Es un sistema de calefacción medioambientalmente recomendable: renovable, limpia y ecológica.	Sobre todo, su precio. Las calderas de biomasa son las más caras, aunque poco a poco sus precios se van moderando.	
2	El combustible es mucho más barato que los fósiles (gas natural, butano, propano) y que la electricidad. Con una caldera de pellets puede llegarse a ahorrar un 40% de la factura, en comparación con el gas natural.	En algunos lugares es difícil conseguir suministro de pellets a domicilio.	
3	Ayuda al desarrollo de las cooperativas agrícolas locales, que encuentran en la venta de los restos vegetales de su producción un aporte económico más.	Se necesita espacio para almacenar el combustible.	
4	En casas con jardín se pueden aprovechar los restos de la poda o la leña (si tenemos bosques cerca) para alimentar la caldera		

Fuente. Varios

2.3.3 Marco Conceptual

A continuación se definen, explican e interpretan conceptos utilizados en el presente estudio de investigación, con el propósito de uniformizar la terminología mencionada en el estudio.

Acceso Universal a la Energía⁸⁶

Es considerada como uno de los pilares para la lucha contra la pobreza, y también, como una condición mínima para el desarrollo de las comunidades. Su disponibilidad está asociada al mejoramiento de condiciones de educación, salud, seguridad y actividades productivas.

También debe cumplirse, como la capacidad de adquisición y disponibilidad a la vez del servicio eléctrico por parte de la población.

Biomasa

Es el conjunto de materia orgánica renovable de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma. La energía de la biomasa corresponde entonces a toda aquella energía que puede obtenerse de ella, bien sea a través de su quema directa (por ejemplo en procesos de cogeneración) o su procesamiento para conseguir otro tipo de combustible (biogás, biodiesel, bioetanol). En consecuencia, la biomasa comprende cultivos energéticos, residuos forestales, agrícolas y ganaderos, lodos de depuración de aguas residuales, emisiones de biogás de vertederos controlados y la transformación química o biológica de determinadas especies vegetales o de los aceites

⁸⁶ Ibídem, p.3

domésticos usados, en biocombustibles (metanol y etanol) como sustituto o complemento de la gasolina.

Coeficiente de Electrificación

Porcentaje de la población que cuenta con el servicio de energía eléctrica entre la población de una región, clase social o país. Es un indicador del nivel de acceso universal a la energía de la población en la zona de referencia.

Desarrollo Sustentable

Es un compendio interrelacionado en la forma ambiental, económica y social, cuyo fin es satisfacer a la sociedad, cubriendo necesidades para mejorar la calidad de vida humana.

El desarrollo sustentable debe considerar el aspecto económico (la creación de riqueza en todos los sectores), el aspecto social (al tener en cuenta las consecuencias de la actividad económica en la sociedad en general) y el aspecto ambiental (la actividad económica debe ser compatible con la preservación de la biodiversidad y de los ecosistemas).

Para lograr el desarrollo sustentable, los recursos renovables no deben utilizarse a un ritmo superior al de su generación, mientras que los recursos no renovables deben usarse con moderación hasta que puedan ser reemplazados por recursos renovables. La generación de contaminantes, por otra parte, tiene que atender las posibilidades de reciclaje y de absorción por parte del medio ambiente.

Eficiencia Energética

Es la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir el confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso.

Electrificación Rural

Es la prestación del servicio público de electricidad en el medio rural, abastecido mediante una infraestructura adecuada, emplazada para satisfacer la demanda de las viviendas, establecimientos comerciales ó producción.

Energía primaria

Es la energía proveniente de los recursos naturales disponibles en forma directa como la energía hidráulica, eólica, solar, geotermal, etc., o indirecta después de atravesar por un proceso, como por ejemplo el petróleo, el gas natural, el carbón mineral, etc., para su uso energético sin necesidad de someterlos a un proceso de transformación.

Energía secundaria

Son los productos resultantes de las transformaciones o elaboración de recursos energéticos naturales (primarios) o en determinados casos a partir de otra fuente energética ya elaborada (por ejemplo el alquitrán). El único origen posible de toda energía secundaria es un centro de transformación y el único destino posible un centro de consumo. Son fuentes energéticas secundarias la electricidad, toda la amplia gama de

derivados del petróleo, el carbón mineral y el gas manufacturado o gas de ciudad.

Energía Geotérmica

Energía proveniente de las reacciones naturales que suceden en el interior de la tierra y que se transmiten por conducción térmica hacia la superficie de la tierra. Esta energía se puede poner de manifiesto a través de fenómenos como el vulcanismo, géiseres, fumarolas y aguas termales. La energía geotérmica es en realidad un recurso parcialmente renovable, pero de alta disponibilidad, sobre todo en regiones volcánicas.

Energía Renovable No Convencional – ERNC

Son los tipos de energías que se caracterizan porque, en sus procesos de transformación y aprovechamiento en energía útil, no se consumen ni se agotan en una escala humana de tiempo.

Las principales fuentes primarias de energía renovables no convencionales son:

- La Biomasa, obtenida de materia orgánica y biodegradable, pudiendo ser usada directamente como combustible o convertida en otros biocombustibles líquidos, sólidos o gaseosos. Está incluida la fracción biodegradable de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios.
- La Hidráulica, cuya potencia máxima sea inferior a 20 Kw.
- La Geotérmica, obtenida del calor natural del interior de la tierra.
- La Solar, obtenida de la radiación solar.
- La Eólica, proveniente de la energía cinética del viento.
- Los Mares, correspondiente a toda forma de energía mecánica producida por el movimiento de las mareas, de las

olas y de las corrientes, así como la obtenida del gradiente térmico de los mares.

Se denomina No Convencional, porque algunos de ellos aún están en proceso de desarrollo, y cuyo uso masivo es limitado debido a los costos para su producción y su difícil forma para captarlas y transformarlas en energía eléctrica.

Energía Solar Fotovoltaica

Es la energía que se transforma de la radiación solar en electricidad a través de un proceso de liberación de electrones. Se produce en una celda fotovoltaica provocada por la incidencia de los rayos solares sobre el panel fotovoltaico. Los paneles fotovoltaicos, que constan de un conjunto de celdas solares, se utilizan para la producción de electricidad y constituyen una adecuada solución para el abastecimiento eléctrico en las áreas rurales que cuentan con un recurso solar abundante. La electricidad obtenida mediante los sistemas fotovoltaicos puede utilizarse en forma directa, o bien ser almacenada en baterías para utilizarla durante la noche.

Energía Eólica

Es la energía obtenida de los desplazamientos del aire ocasionado por la desigualdad de calentamiento de la superficie terrestre. Es considerada una forma indirecta de energía solar, el cual se calcula que entre 1% y 2% de la energía proveniente del sol se convierte en viento. La energía cinética del viento puede transformarse en energía mecánica, la cual a su vez se transforma en energía eléctrica al acoplar un generador.

Entidad Financiera

Empresa que presta servicios financieros (captación y remuneración de ahorros, concesión de préstamos y créditos, aseguramiento, etc.) a los consumidores y usuarios. Para la normativa de protección del consumidor, las entidades financieras abarcan a tres tipos de empresas que prestan servicios a sus usuarios:

- Entidades de crédito (bancos, cajas de ahorro, etc.)
- Empresas de servicios de inversión y
- Entidades aseguradoras.

Escenarios prospectivos

Un escenario prospectivo es una forma de pensar en el futuro. Debe servir para decidir lo que hay que hacer en el presente, con mirada de largo plazo en donde se establece un equilibrio entre lo urgente y lo importante. No son recetarios de actividades que nos gustaría que ocurriesen o que pensamos que deberían ocurrir, sino un conjunto de relatos sobre el futuro, consistentes, plausibles y que abarcan un amplio abanico de acontecimientos posibles.

El procedimiento para su elaboración consiste, en describir los posibles estados futuros del actor/institución/problema de que se trata; después, se desarrolla un conjunto de acciones estratégicas que nos permitan pasar del presente al futuro probable, en un mundo cada vez más cambiante y fluctuante.

Las hipótesis de un escenario deben cumplir simultáneamente cinco condiciones: pertinencia, coherencia, verosimilitud, importancia y transparencia.

Energías primarias

OLADE: “Manual de estadísticas energéticas-2011” lo define como fuentes de energía en su estado natural que no han sufrido ningún tipo de transformación física o química mediante la intervención humana.

Gases de Efecto Invernadero

Son los gases de origen antropogénico que al aumentar su concentración en la atmósfera, son causantes de su calentamiento. Los gases de efecto invernadero tienen la capacidad de permitir el paso de la radiación solar incidente y luego de impedir el paso de la radiación reflejada por la superficie del planeta, atrapando así la energía, produciéndose el calentamiento de la tierra. Son gases de efecto invernadero el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (CF_4 - C_2F_6) y el hexafluoruro de azufre (SF_6).

Índice de Desarrollo Humano – IDH

Es un indicador creado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD, con el fin de determinar el nivel de desarrollo que tienen los países del mundo. Fue ideado con el objetivo de conocer, no sólo los ingresos económicos de las personas en un país, sino también para evaluar si el país aporta a sus ciudadanos un ambiente donde puedan desarrollar mejor o peor su proyecto y condiciones de vida. Para esto, el IDH tiene en cuenta tres variables:

- *Esperanza de vida al nacer:* Analiza el promedio de edad de las personas fallecidas en un año.

- *Educación*: Recoge el nivel de alfabetización adulta y el nivel de estudios alcanzado (primaria, secundaria, estudios superiores).
- *PBI per Cápita (a paridad de poder adquisitivo)*: Considera el producto bruto interno per cápita y evalúa el acceso a los recursos económicos necesarios para que las personas puedan tener un nivel de vida decente.

El índice IDH aporta valores entre 0 y 1, siendo 0 la calificación más baja y 1 la más alta. En este sentido, el PNUD clasifica a los países en tres grandes grupos:

- Países con alto desarrollo humano, las que tienen un IDH mayor de 0,80.
- Países con medio desarrollo humano, las que resultan con un IDH entre 0,50 y 0,80.
- Países con bajo desarrollo humano, las que tienen un IDH menor de 0,50.

Irradiancia

Magnitud utilizada para describir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación electromagnética. En unidades del S.I. se mide en W/m^2 .

Se calcula:

$$I = \frac{P_{inc}}{A_s}$$

P_{inc} : Potencia incidente.

A_s : Área de la superficie en que incide la onda.

Ministerio de Agricultura y Riego

Tiene por misión, conducir la política nacional agraria, aplicable en todos los niveles de gobierno, generando bienes y servicios de excelencia a los sectores productivos agrarios, con énfasis en la familia campesina y el pequeño productor, promoviendo, en un ambiente sostenible, el crecimiento y desarrollo competitivo con equidad social e identidad cultural.

Su visión establece, que es un sector agrario competitivo, sostenible e inclusivo, con organizaciones eficientes, eficaces y transparentes en su gestión, basadas en un uso intensivo de tecnologías de información, operadas por equipos humanos de alta calificación y rendimiento; en el marco de un desarrollo agrario descentralizado, participativo y concertado, garantizando la soberanía alimentaria y contribuyendo a mejorar el nivel y calidad de vida de la población peruana.

Sus principios son:

- Competitividad: Incrementar la capacidad productiva de la Costa, Sierra y Selva, para competir e insertarse en el mercado doméstico e internacional con productos de calidad y de alto valor agregado.
- Sostenibilidad: Aprovechar responsablemente los recursos naturales y sus potencialidades en un marco de gestión ambiental integrada.
- Equidad: Promover una distribución adecuada de los beneficios del desarrollo y de la creación de capacidades y oportunidades en cadenas agroproductivas y territorios rurales, además de llegar claramente con programas sociales compensatorios.
- Gobernabilidad: Fortalecer la participación y la acción coordinada pública-privada a través de la conciliación de los

intereses de los distintos actores y su coparticipación en el proceso de modernización y desarrollo del agro nacional, seguridad alimentaria y al desarrollo rural integral y sostenible, para una mejor calidad de vida.

Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social - MIDIS

Fue creado por la Ley N° 29792 el 20 de Octubre de 2011. Es un organismo del Poder Ejecutivo cuyo objetivo principal es mejorar la calidad de vida de la población en situación de vulnerabilidad y pobreza, promover el ejercicio de sus derechos, el acceso a oportunidades y al desarrollo de sus propias capacidades. El MIDIS coordina y articula con las diversas entidades del sector público, el sector privado y la sociedad civil, fomentando que los programas sociales consigan sus metas lográndolo a través de una constante evaluación, potenciación, capacitación y trabajo coordinado.

El MIDIS nace para cambiar la inercia, la fragmentación y la desarticulación del Estado Peruano frente a la pobreza y la exclusión social y para concertar acciones conjuntas en los diferentes territorios del país, hacer seguimiento del cumplimiento de los acuerdos, evaluar los impactos que se generan y provocar aprendizajes conjuntos de manera de marcar el rumbo del Estado hacia un eficaz combate contra la pobreza. Algunas de sus funciones son:

- Ejercer la rectoría de las políticas de desarrollo e inclusión social a nivel intergubernamental, dentro del marco del proceso de descentralización y en el ámbito de su competencia.
- Formular, planear, dirigir, coordinar, ejecutar, supervisar y evaluar las políticas nacionales y sectoriales en materias de desarrollo e inclusión social, encaminadas a reducir la

pobreza, las desigualdades, las vulnerabilidades y los riesgos sociales.

- Supervisar, monitorear y evaluar el adecuado cumplimiento de las normas y lineamientos técnicos en materia de desarrollo e inclusión social, así como ejercer la potestad sancionadora dentro del ámbito de su competencia.
- Articular las actividades que desarrollan las distintas entidades de los tres niveles de gobierno en cumplimiento de las políticas en materia de promoción del desarrollo social, la inclusión y la equidad.
- Realizar el seguimiento, monitoreo y evaluación respecto del desempeño y logros alcanzados por las políticas, planes y programas en materia de desarrollo e inclusión social, en los niveles nacional, regional y local, así como la toma de las medidas correspondiente.

Ministerio de la Producción

Fue creado por Ley 27779 el 10 de julio de 2002. Tiene como finalidad diseñar, establecer, ejecutar y supervisar, en armonía con la política general y los planes de gobierno, política nacionales y sectoriales aplicables a los sectores de pesquería y de MYPE e industria, asumiendo rectoría respecto de ellas. Dicta normas y lineamientos técnicos para la adecuada ejecución y supervisión de las políticas, la gestión de los recursos del sector, así como para el otorgamiento, reconocimiento de derechos, la sanción, fiscalización y ejecución coactiva.

Dentro de su ámbito, el Ministerio fomenta la iniciativa empresarial, la competitividad de la micro y pequeña empresa, la asociatividad y el cooperativismo, así como las actividades de industrialización, procesamiento y manufactura, velando por el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la protección del ambiente, es necesario considerar

Algunas de las funciones que corresponden con el estudio son:

- Fomentar e incorporar la investigación, innovación y transferencia tecnológica, así como el planeamiento estratégico en los procesos productivos bajo el ámbito de su competencia, con la participación activa del sector privado, universidades y centros de investigación.
- Conducir y ejecutar en el ámbito sectorial las acciones referidas a los programas, actividades y proyectos de desarrollo social, en el marco de las políticas y planes nacionales.
- Establecer los objetivos y la política del sector de la micro y pequeña empresa y cooperativas, en función de la política general del Gobierno y en coordinación con los sectores e instituciones vinculados a su ámbito, así como con los gobiernos regionales y locales.
- Formular, concertar y establecer las políticas de promoción y el acceso de la pequeña y mediana empresa, a los servicios financieros, de tecnología y de desarrollo empresarial.

Matriz Energética

Estudio del sector energético donde se cuantifica la oferta, demanda y transformación de cada una de las fuentes energéticas al interior del país, así como al inventario de recursos energéticos disponibles; considerando para estas variables su evolución histórica y proyección a futuro.

Sistema Eléctrico Rural – SER

Son aquellos sistemas eléctricos de distribución desarrollados en zonas rurales, localidades aisladas, de frontera del país, y de preferente interés social, que son calificados por el MEM de acuerdo a la Ley general de electrificación rural N° 28749.

Se determinan sobre la base de criterios sociales, económicos y técnicos, los factores que se toman en cuenta para la prelación de los proyectos de electrificación rural son: el menor coeficiente de electrificación de la provincia, el mayor índice de pobreza del área geográfica donde se ubica el proyecto, la menor proporción de subsidio, así como el mayor ratio de cantidad de nuevas conexiones domiciliarias por monto de inversión y la utilización de las energías renovables.

Sostenibilidad Energética

Continuidad de funcionamiento u operatividad, a lo largo de todo el tiempo que se requiere el servicio energético (electricidad). Esto implica que los costos de operación, mantenimiento y reposición del sistema pueden ser cubiertos de acuerdo con el mecanismo previsto para dicho fin, ya sea con aportes de la población beneficiaría, aporte del estado o una combinación de ambos y que la gestión puede ser llevada a cabo eficientemente a lo largo de toda la vida útil del servicio.

Pobreza Monetaria

INEI⁸⁷ (2013) señala que, son considerados como pobres monetarios aquellas personas que residen en hogares cuyo gasto per cápita es insuficiente para adquirir la canasta básica de consumo de alimentos y no alimentos (vivienda, vestido, educación, salud, transporte, etc.). Son pobres extremos aquellos individuos en hogares cuyos gastos per cápita están por debajo del costo de la canasta básica de alimentos.

⁸⁷ Ibid, p.28

Los gastos de los hogares incluyen no solo las compras sino también el autoconsumo, el auto suministro, los pagos en especies, las transferencias de otros hogares y las donaciones públicas.

Producto Bruto Interno – PBI

Es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un período determinado. Por “Producto” se refiere a valor agregado; por “Interno” se refiere a que es la producción dentro de las fronteras de una economía; y por “Bruto” se refiere a que no se contabilizan la variación de inventarios ni las depreciaciones o apreciaciones de capital.

Prospectiva Estratégica

Godet, experto francés, máximo exponente de la corriente francesa en el tema prospectivo en la actualidad, señala que la prospectiva estratégica permite hacer del futuro la herramienta del presente. También indica que el pensamiento prospectivo ve la realidad como un sistema dinámico, que permite el estudio de los factores intrínsecos que lo configuran y definen, precisando las posibles alternativas de evolución del sistema. Es una herramienta fundamental previa a la toma de decisiones estratégicas, es movilizadora y permite a cada actor redefinir su posición y darle un mayor sentido a la acción, al tiempo que moviliza a todos los trabajadores de las empresas en todos los niveles y los prepara mejor para afrontar, con flexibilidad y anticipación, los retos que nos depara el futuro.

Viabilidad

Mide el grado de legitimidad y factibilidad de ejecución del proyecto, considerando la situación inicial de los beneficiarios y

su entorno social y político, así como de los supuestos que podrían impedir su ejecución. La viabilidad está asociada a lo social, económico y tecnológico.

Zona Rural

Lugar que se caracteriza por contar con inmensos espacios verdes y por lo general es utilizada para actividades agropecuarias y agroindustriales, entre otras y congrega menos de 2 000 habitantes. Generalmente, las zonas rurales se encuentran ubicadas geográficamente distante de las zonas urbanas, de las cuales también difieren en los usos y costumbres, la forma de vida y en la concepción del tiempo de los que habitan en un lugar y en el otro.

2.4 Hipótesis y Variables

2.4.1 Hipótesis principal

HP: Viabilizar el desarrollo de proyectos energéticos para la generación de electricidad utilizando las ERNC en las zonas rurales del Perú, dependerá del análisis sistémico de las variables sociopolíticos, económicas y tecnológicos.

2.4.2 Hipótesis secundarias

H1: La participación del sector privado con proyectos de inversión que les permita una rentabilidad económica, favorecerá el desarrollo sostenible de las zonas rurales.

H2: Sí el gobierno promueve la inversión para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC, mejorará la calidad de vida en las zonas rurales.

H3: Proyectos energéticos de bajo costo utilizando las ERNC en zonas rurales, así como el acceso a su financiamiento, contribuyen a la inversión.

H4: Potenciales fuentes de energías renovables con poco impacto ambiental fomenta la inversión.

H5: Implementar una normatividad adecuada, promoverá la inversión.

H6: La participación activa de fabricantes y proveedores de equipos fomenta la inversión.

2.5 Identificación de variables

A continuación se presentan los tipos de variables que intervienen en las Hipótesis Principal y Secundarias en el estudio de investigación:

2.5.1 Variable de la Hipótesis Principal

Variable Dependiente:

VD-P: Viabilidad para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales del Perú.

Variables Independientes:

VI-1: Sociopolíticos.

VI-2: Económicas.

VI-3: Tecnológicos.

2.5.2 Variables de las Hipótesis Secundarias

Variables Dependientes:

VD-1: Sociopolíticos

VD-2: Económicas.

VD-3: Tecnológicos.

Variables Independientes:

VI-1.1: Participación de la comunidad

VI-1.2: Participación del sector privado

VI-1-3: Gestión de los gobiernos

VI-1-4: Competencias de Recursos Humanos

VI-2.1: Inversión

VI-2.2: Financieros

VI-3.1: Recursos energéticos renovables

VI-3.2: Ambientales

VI-3.3: Normas regulatorias

VI-3.4: Proveedores de equipos

2.6 Matriz de consistencia

A continuación se presenta la Matriz de Consistencia, donde se relacionan la problemática, objetivos e hipótesis del estudio de investigación, así como las variables dependientes e independientes para cada hipótesis:

Cuadro 2.29 Matriz de Consistencia

Título de la Investigación: “Modelo estratégico para viabilizar proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales del Perú, para promover su desarrollo sustentable”

Responsable: Elmer Ramirez Quiroz

Problema General	Objetivo General	Hipótesis Principal	Variables	
			V.D.	V.I.
¿Cuáles son las variables críticas y su relación entre ellas, que permitan viabilizar proyectos energéticos de generación de electricidad con el uso de las Energía Renovables No Convencionales (ERNC), en zonas rurales del Perú para su desarrollo sustentable?	Implementar un modelo estratégico para viabilizar el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales del Perú, que permita potenciar su desarrollo de manera sustentable.	Viabilizar el desarrollo de proyectos energéticos para la generación de electricidad utilizando las ERNC en las zonas rurales del Perú, dependerá del análisis sistémico de las variables sociopolíticas, económicas y tecnológicos.	VD-P: Viabilidad para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales del Perú	VI-1: Sociopolíticos
				VI-2: Económicas
				VI-3: Tecnológicos
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Secundarias	V.D.	V.I.
1 ¿Cómo impacta el aspecto sociopolítico, en el desarrollo de proyectos energéticos de generación de electricidad, con el uso de las ERNC en las zonas rurales del Perú?	1 Evaluar la participación de los diferentes actores sociopolíticos en el desarrollo de proyectos energéticos de generación de electricidad con el uso de las ERNC en las zonas rurales del Perú.	1 La participación del sector privado con proyectos de inversión que les permita una rentabilidad económica, favorecerá el desarrollo sostenible de las zonas rurales.	VD-1: Sociopolíticos	VI-1.1: Participación de la comunidad
		2 Si el gobierno promueve la inversión para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC, mejorará la calidad de vida en las zonas rurales.		VI-1.2: Participación del sector privado
				VI-1.3: Gestión de los gobiernos
				VI-1.4: Competencias de los Recursos Humanos
2 ¿Cómo influyen los aspectos técnico, económico y financiero, en el desarrollo de proyectos de generación de electricidad con el uso de las ERNC en zonas rurales del Perú?	2 Evaluar el impacto técnico – económico y su financiamiento, de las alternativas energéticas para la generación de electricidad con el uso de las ERNC, focalizadas en zonas rurales del Perú.	3 Proyectos energéticos de bajo costo utilizando las ERNC en zonas rurales, así como el acceso a su financiamiento, contribuyen a la inversión.	VD-2: Económicas	VI-2.1: Inversión
				VI-2.2: Financieros
3 ¿Qué efectos tienen los aspectos ambiental, tecnológico y humano, en el desarrollo de proyectos de generación de electricidad con el uso de las ERNC en zonas rurales de Perú?	3 Evaluar el impacto de los aspectos ambiental, tecnológico y humano, para viabilizar los proyectos energéticos de generación de electricidad con el uso de las ERNC para las zonas rurales del Perú.	4 Potenciales fuentes de energías renovables con poco impacto ambiental fomenta la inversión.	VD-3: Tecnológicos	VI-3.1: Recursos energéticos renovables
		5 Implementar una normatividad adecuada, promoverá la inversión.		VI-3.2: Ambientales
				VI-3.3: Normas regulatorias
		6 La participación activa de fabricantes y proveedores de equipos fomenta la inversión.		VI-3.4: Proveedores de equipos

Fuente. Elaboración propia

2.7 Operacionalización de Variables

2.7.1 Definición Conceptual de Variables

Variable VD-P: **Viabilidad para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales del Perú.**

Factibilidad de ejecución de proyectos de generación de electricidad usando ERNC en zonas rurales, considerando la situación de los beneficiarios, participación del gobierno, del sector privado, en el entorno social, político, económico y tecnológico del país.

Variable VI-1: **Sociopolíticos**

Decisiones de la comunidad, sector privado, gobiernos central, regional y local, para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando las ERNC en zonas rurales del Perú.

El nivel de participación de la comunidad, el sector privado y la gestión de los gobiernos, serán analizadas mediante los tipos descriptivos, que permite conocer el comportamiento de ellos en el contexto del estudio, y correlacionales donde se relacionan por medio de causa y efecto en un momento determinado.

Variable VI-2: **Económicas**

Nivel de inversión de las diferentes alternativas energéticas, para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC, así como, su rentabilidad y financiamiento.

La inversión se analizará con el tipo descriptivo, evaluando los costos de inversión para las diferentes soluciones energéticas. Para la variable financiera será necesario combinar el tipo exploratorio, el cual es recomendado para problemas de investigación poco conocido, así también el tipo correlacional.

Variable VI-3: **Tecnológicos**

Disponibilidad de las ERNC en zonas de influencia; incentivo de las normas técnicas del estado; el aporte de los proveedores de equipos para el desarrollo de proyectos energéticos para generar electricidad; el nivel de competencia de los recursos humanos y el impacto en el cuidado del medio ambiente.

La variable ambiental se analizará mediante el tipo descriptivo, mientras que para la variable de calidad de normas regulatorias será necesario una medición correlacional.

Finalmente, para la variable de las competencias de los recursos humanos, es conveniente considerar los tres tipos mencionados anteriormente exploratorios, descriptivos y correlacionales.

Descomposición de variables

Para el análisis de cada una de las variables independientes de la hipótesis principal, es necesario descomponerlos en variables representativas e influyentes que permita relacionarlas entre ellas y medirlas, y de este modo, lograr validar la hipótesis principal planteada. A continuación se definen las siguientes:

Sociopolíticos

Variable VI-1.1: **Participación de la comunidad**

Contribución de las comunidades para el desarrollo de proyectos energéticos.

Variable VI-1.2: **Participación del sector privado**

Interés para invertir en proyectos energéticos que le generen oportunidades de negocio de manera rentable.

Variable VI-1.3: **Gestión de los gobiernos**

Participación de los gobiernos central, regional y local para promover y desarrollar proyectos energéticos.

Variable VI-1.4: **Competencias de los recursos humanos**

Nivel de especialización y capacitación que poseen los profesionales involucrados en el desarrollo de proyectos energéticos con ERNC.

Económicas

Variable VI-2.1: **Inversión**

Nivel de Inversión de las diferentes alternativas energéticas para la generación de electricidad.

Variable VI-2.2: **Financieros**

Alternativas financieras para obtener los recursos económicos que permita invertir en proyectos energéticos.

Tecnológicos

Variable VI-3.1: **Recursos energéticos renovables**

Disponibilidad y aprovechamiento del potencial de las energías renovables en la zona de influencia para generar energía eléctrica.

Variable VI-3.2: **Ambiental**

Impactos positivos y/o negativos al medio ambiente de los proyectos energéticos utilizando ERNC.

Variable VI-3.3: **Normas regulatorias**

Normas que permitan fomentar el desarrollo de proyectos energéticos con ERNC.

Variable VI-3.4: **Proveedores de equipos**

Contribución cognoscitiva y de tecnología de los proveedores y fabricantes para el desarrollo de proyectos energéticos con ERNC.

2.7.2 Definición Operacional de Variables

A continuación se definen las variables desde el punto de vista de lo que se requiere observar y medir, a través de las manifestaciones empíricas de las variables.

VD-P: Viabilidad para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales del Perú:

¿Cuáles son las condiciones para que los diferentes sectores, fomenten, ejecuten y contribuyan al desarrollo de proyectos de

generación de electricidad usando ERNC en zonas rurales, con población en situación de pobreza?

VI-1: Sociopolítico:

- ¿Cuál es el nivel de compromiso de las comunidades de las zonas rurales y su capacidad económica de invertir en proyectos para contar con electricidad, con el objetivo de mejorar su calidad de vida?
- ¿Cuáles son las oportunidades del sector privado, para invertir en proyectos energéticos utilizando las ERNC en zonas rurales?
- ¿Cuál es el compromiso de los gobiernos central, regional y local, para el desarrollo de proyectos energéticos en zonas rurales, dirigido a la población en situación de pobreza?
- ¿Cuál es el nivel idóneo de capacitación, de los profesionales de los diferentes sectores involucrados en el desarrollo de proyectos energéticos en zonas rurales, para mejorar la calidad de vida de las personas en situación de pobreza?

VI-2: Económicos:

- ¿Cuáles es el impacto del nivel de inversión de las diferentes alternativas energéticas para la generación de electricidad con ERNC y las oportunidades financieras para su consecución?

VI-3: Técnicas:

- ¿Cuánta ERNC hay disponible en las zonas rurales para ser aprovechado en generar electricidad, y su impacto al medio ambiente?

- ¿Cómo favorecen las normas técnicas y leyes que fomenten y faciliten el desarrollo de proyectos energéticos con ERNC a los diferentes sectores involucrados?
- ¿Cómo contribuyen los fabricantes y proveedores para viabilizar el desarrollo de proyectos energéticos con ERNC en zonas rurales?

VI-1.1: Participación de la comunidad:

- ¿Los pobladores de las zonas rurales en situación de pobreza, están dispuestos a contribuir con el desarrollo de proyectos de generación de electricidad?
- ¿Los pobladores de las zonas rurales, reconocen que a través de la electricidad mejorarían su calidad de vida y de su trabajo?
- ¿Hasta cuánto es su capacidad económica para pagar por el consumo de electricidad?
- ¿Cuál es su capacidad económica para invertir en proyectos energéticos que les permita tener acceso a electricidad utilizando tecnologías para el uso de las ERNC?
- ¿En qué tipos de actividades de casa y de su trabajo productivo utilizarían la electricidad?

VI-1.2: Participación del sector privado:

- ¿Cuáles son las oportunidades de negocio rentable para crear empresa en este rubro?

- ¿Qué tipos de incentivos favorecerían al sector privado para desarrollar proyectos que generen rentabilidad?
- ¿Qué facilidades de financiamiento y apoyo económico del estado favorecen para hacer empresa?

VI-1.3: **Gestión de los gobiernos:**

- ¿Qué actividades deberían desarrollar para el logro de estos proyectos?
- ¿Cuál es el nivel de coordinación entre los gobiernos central, regional y local para el desarrollo de proyectos energéticos?
- ¿Qué prioridad tienen estos tipos de proyectos de inclusión social en los diferentes gobiernos a nivel nacional?

VI-1.4: **Competencia de los Recursos Humanos:**

- ¿El nivel de conocimientos sobre el estado del arte de las ERNC, de las personas involucradas en el desarrollo de proyectos energéticos, contribuye al logro de los objetivos de la investigación?

VI-2.1: **Inversión:**

- ¿Los niveles de inversión de las diferentes alternativas energéticas para la generación de electricidad promueven el desarrollo de proyectos?

VI-2.2: Financieros:

- ¿El apoyo del sector financiero es importante para el logro de las inversiones en proyectos energéticos en zonas rurales mediante ERNC?

VI-3.1: Recursos energéticos renovables:

- ¿Cuáles son las fuentes energéticas primarias renovables disponibles y viables en zonas rurales, posibles de ser aprovechados para generar electricidad?

VI-3.2: Ambientales:

- ¿Cuál es el impacto ambiental de los proyectos energéticos para la generación de electricidad utilizando ERNC?
- ¿Cuáles son las principales fuentes energéticas primarias factibles de aprovechar en proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC?
- ¿Qué beneficios sociales y económicos existen al utilizar las ERNC en los proyectos de generación de electricidad?

VI-3.3: Normas regulatorias:

- ¿El marco normativo actual fomentan el desarrollo de proyectos energéticos con ERNC?
- ¿Cuáles son las principales barreras de las normas regulatorias en el tema de las ERNC para generar proyectos energéticos?

VI-3.4: Proveedores de equipos:

- ¿Cuál es el aporte tecnológico y de capacitación, de los fabricantes y proveedores de equipos, en la viabilidad de desarrollo de proyectos energéticos utilizando las ERNC?

2.7.3 Matriz de Operacionalización de Variables

A continuación se presenta la matriz de operacionalización de variables, donde se definen de manera conceptual y operacionalmente dichas variables, así también, su naturaleza y nivel de medición:

Cuadro 2.30 Matriz de Operacionalización de Variables

Definición conceptual				Definición operacional	Variable según su naturaleza
Viabilidad para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales del Perú	Factibilidad de ejecución de proyectos de generación de electricidad usando ERNC en zonas rurales, considerando la situación de los beneficiarios y su entorno social, político, económico y tecnológico.			¿Cuáles son las condiciones para que los diferentes sectores, fomenten, ejecuten y contribuyan al desarrollo de proyectos de generación de electricidad usando ERNC en zonas rurales, con población en situación de pobreza?	Cualitativa
VD-1: Sociopolíticos	Decisiones de la comunidad, sector privado, gobiernos central, regional y local, para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando las ERNC en zonas rurales del Perú.	VI-1.1: Participación de la comunidad	Contribución de las comunidades para el desarrollo de proyectos energéticos.	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Los pobladores de las zonas rurales en situación de pobreza, están dispuestos a contribuir con el desarrollo de proyectos de generación de electricidad? • ¿Los pobladores de las zonas rurales, reconocen que a través de la electricidad mejorarían su calidad de vida y de su trabajo? • ¿Hasta cuánto es su capacidad económica para pagar por el consumo de electricidad? • ¿Cuál es su capacidad económica para invertir en proyectos energéticos que les permita tener acceso a electricidad utilizando tecnologías para el uso de las ERNC? • ¿En qué tipos de actividades de casa y de su trabajo productivo utilizaría la electricidad? 	Cualitativa
		VI-1.2: Participación del sector privado	Interés para invertir en proyectos energéticos que le generen oportunidades de negocio de manera sostenibles.	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son las oportunidades de negocio rentable para crear empresa en este rubro? • ¿Qué tipo de incentivos favorecerían al sector privado para desarrollar proyectos que generen rentabilidad? • ¿Qué facilidades de financiamiento y apoyo económico favorecen para hacer empresa? 	Cualitativa
		VI-1.3: Gestión de los gobiernos	Participación de los gobiernos central, regional y local para promover y desarrollar proyectos energéticos.	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué actividades deberían desarrollar para el logro de estos proyectos? • ¿Cuál es el nivel de coordinación entre los gobiernos central, regional y provincial para el desarrollo de proyectos energéticos? • ¿Qué prioridad tienen estos tipos de proyectos de inclusión social en los diferentes gobiernos a nivel nacional? 	Cualitativa
		VI-1.4: Competencias de los recursos humanos	Nivel de especialización y capacitación que poseen los profesionales involucrados en el desarrollo de proyectos energéticos con ERNC.	• ¿El nivel de conocimientos sobre el estado del arte de las ERNC, de las personas involucradas en el desarrollo de proyectos energéticos, contribuye al logro de los objetivos de la investigación?	Cualitativa
VD-2: Económicas	Nivel de inversión de las diferentes alternativas energéticas, para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC, así como, su rentabilidad y financiamiento.	VI-2.1: Inversión	Nivel de inversión de las diferentes alternativas energéticas para la generación de electricidad.	• ¿Los niveles de inversión de las diferentes alternativas energéticas para la generación de electricidad promueven el desarrollo de proyectos?	Cuantitativa
		VI-2.2: Financieros	Alternativas financieras para obtener los recursos económicos que permita invertir en proyectos energéticos.	• ¿El apoyo del sector financiero es importante para el logro de las inversiones en proyectos energéticos en zonas rurales mediante ERNC?	Cuantitativa
VD-3: Tecnológicos	Disponibilidad de las ERNC en zonas de influencia; incentivo de las normas técnicas del estado; el aporte de los proveedores de equipos para el desarrollo de proyectos energéticos para generar electricidad; el nivel de competencia de los recursos humanos y el impacto en el cuidado del medio ambiente.	VI-3.1: Recursos energéticos renovables	Disponibilidad y aprovechamiento del potencial de las energías renovables en la zona de influencia para generar energía eléctrica.	• ¿Cuáles son las fuentes energéticas primarias renovables disponibles y viables en zonas rurales, posibles de ser aprovechados para generar electricidad?	Cualitativa
		VI-3.2: Ambientales	Impactos positivos y/o negativos al medio ambiente de los proyectos energéticos utilizando ERNC.	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el impacto ambiental de los proyectos energéticos para la generación de electricidad utilizando ERNC? • ¿Cuáles son las principales fuentes energéticas primarias factibles de aprovechar en proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC? • ¿Qué beneficios sociales y económicos existen al utilizar las ERNC en los proyectos de generación de electricidad? 	Cualitativa
		VI-3.3: Normas regulatorias	Normas que permitan fomentar el desarrollo de proyectos energéticos con ERNC.	<ul style="list-style-type: none"> • ¿El marco normativo actual fomentan el desarrollo de proyectos energéticos con ERNC? • ¿Cuáles son las principales barreras de las normas regulatorias en el tema de las ERNC para generar proyectos energéticos? 	Cualitativa
		VI-3.4: Proveedores de equipos	Contribución cognoscitiva y de tecnología de los proveedores y fabricantes para el desarrollo de proyectos energéticos con ERNC.	• ¿Cuál es el aporte tecnológico y de capacitación, de los fabricantes y proveedores de equipos, en la viabilidad de desarrollo de proyectos energéticos utilizando las ERNC?	Cualitativa

Fuente. Elaboración propia.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de Investigación

COPER (2005) en *“Escenarios exploratorios Valdivia 2020”* señala, la planificación para el desarrollo de un territorio requiere de uso de herramientas que permitan facilitar el análisis sobre escenarios futuros para la toma de decisiones en el presente, con proyecciones a corto, mediano y largo plazo.

Así también, establece que los procesos de planificación, poseen hoy en día cada vez más variables no controlables y tienden a incorporar a la comunidad en las decisiones.

La presente investigación, utiliza el diseño no experimental, donde no hay manipulación de variables, observándose los fenómenos tal como se encuentran en su ambiente natural, para luego analizarlos.

Se aplicará en el presente estudio el tipo transeccional de la investigación no experimental. HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ & BAPTISTA (2006) en *“Metodología de la investigación”* explican, que para este tipo de diseño de investigación, se recolectan datos en un solo momento y en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un tiempo determinado.

La metodología se basa en la técnica de construcción de escenarios, donde se aplica la prospectiva estratégica. Esta técnica de análisis, busca comprender los retos del futuro, a través de un proceso altamente participativo, estimulando la colaboración entre los actores

claves, a fin de traducir el análisis en impactos e implicaciones para las decisiones actuales, identificando peligros y oportunidades, permitiendo establecer políticas y acciones alternativas, que aumentan la posibilidad de elección.

SALE⁸⁸ (2011) señala, la reflexión prospectiva y estratégica implica juntar a agentes de cambio claves y fuentes de conocimiento, con el objetivo de desarrollar visiones estratégicas e inteligencia anticipativa.

El presente estudio mantiene una actitud proactiva, más que reactiva y fatalista ante el futuro, considerando que no hay un solo futuro sino muchos y que podemos seleccionar o apostar a uno o varios de ellos para que la realidad que queremos transformar, ocurra de acuerdo a lo que más conviene a la comunidad y al país.

Las herramientas de Planificación Prospectiva Estratégica utilizadas en el presente estudio son:

- Análisis estructural: Método MICMAC⁸⁹
- Estrategia de actores: Método MACTOR⁹⁰
- Método de impactos cruzados: Sistema y Matrices de Impacto Cruzado (SMIC)

3.2 Unidad de análisis

Los sujetos de estudio de la investigación son:

- Población de comunidades rurales.
- Personas del sector privado.
- Autoridades de gobierno.
- Recursos humanos del sector público y privado.
- Fabricantes y/o proveedores de equipos.

⁸⁸ SALE: Software askea libre euskadin. “*Estudio de Prospectiva SOFTWARE LIBRE 2020 EUSKADI*” p.5

⁸⁹ MICMAC Lipsor-Epita: Matriz de impactos cruzados-multiplicación aplicada a una clasificación.

⁹⁰ MACTOR Lipsor-Epita : Método de prospectiva y juego de actores.

Los objetos de estudio de la investigación son:

- Fuentes primarias de energías renovables.
- Medio ambiente.

3.3 Población de estudio

A continuación se describen las características más importantes de los sujetos y objetos de la población de estudio.

- **Población de comunidades rurales:** Son aquellas personas de bajos recursos económicos y nivel de estudios, con diferentes usos y costumbres y forma de vida. Habitan en las regiones de la costa, sierra y selva, especialmente en las dos últimas donde se concentra el mayor nivel de pobreza. Las zonas rurales están ubicados geográficamente distante de las zonas urbanas, caracterizándose por contar con inmensos espacios verdes y por lo general, es utilizada para actividades agropecuarias y agroindustriales.
- **Personas y empresas del sector privado:** Son aquellas personas pertenecientes al sector privado, interesadas en invertir en proyectos energéticos con el objetivo de obtener beneficios económicos. Las empresas están constituidas con profesionales, quienes tiene o no conocimientos en el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando las energías renovables. Las empresas pueden o no acceder al sector financiero para financiar sus proyectos, y parte de sus actividades son la planificación, gestión, instalación y mantenimiento de los sistemas energéticos y de su comercialización.
- **Autoridades de gobierno:** Constituidas por personas con autoridad para gobernar; profesionales especialistas y técnicos de

los gobiernos central, regional y local. Son responsables del desarrollo de proyectos energéticos para las zonas rurales y sus funciones son: destinar recursos económicos, desarrollar proyectos, definir planes de desarrollo de sus comunidades en las zonas de su jurisdicción, etc.

- **Recursos humanos del sector público y privado:** Personas profesionales y de soporte técnico y logístico, con responsabilidades para la planificación e implementación de proyectos energéticos en el Perú. Ellos pertenecen a instituciones públicas o empresas del sector privado.
- **Fabricantes y proveedores de equipos:** Empresas fabricantes y/o representantes de equipos y servicios de ingeniería de procedencia nacional e internacional. Sus principales funciones son: venta de equipos, desarrollo de proyectos energéticos, soporte técnico, capacitación, etc.
- **Fuentes primarias de energías renovables:** Disponibilidad e intensidad de las energías renovables primarias como el viento, sol y agua, para el aprovechamiento en electricidad a través del uso de la tecnología.
- **Medio ambiente:** Impacto en el medio ambiente por el uso de las energías renovables para generar electricidad. La electricidad generada está destinada para el uso en zonas rurales, especialmente a las comunidades en situación de pobreza.

3.4 Tamaño de muestra

Para el diagnóstico del problema de estudio se aplicó el método Delphi, determinando el posible comportamiento de los actores para la viabilidad de desarrollar proyectos de electricidad utilizando las

energías renovables en zonas rurales. Para su aplicación, participaron profesionales con diferentes actividades tales como: consultores, autoridades de gobierno, gerentes de empresas y académicos (ver Cuadro 3.1), quienes son expertos en temas energéticos, especialmente con el uso de las energía renovables.

Cuadro 3.1 Actividades principales de los profesionales participantes en el método Delphi

Actividades	Ubicación
Directivo	Nacional e Internacional
Consultor	
Académicos	

Fuente. Elaboración propia

Para la presente investigación se consideraron una muestra de 35 expertos en energía para aportar con sus opiniones, habiendo respondido la primera encuesta 24 de ellos, representando el 71% del total.

Cuadro 3.2 Funciones de la muestra de profesionales participantes

Sector	Función	Cantidad
Público	Directivo	1
	Consultor	3
	Académico	1
Privado	Directivo	6
	Consultor	8
	Académico	5
TOTAL		24

Fuente. Elaboración propia

3.5 Selección de la muestra

La investigación consideró la selección de muestra no probabilística, llamada también muestra dirigida, donde se han seleccionado cuidadosamente las personas idóneas con gran experiencia en el tema energético. Para la selección de la muestra, el autor de la investigación eligió a expertos y a su vez, les solicito que sugirieran a otros expertos

para participar en las encuestas, además, algunos de ellos contribuyeron a coordinar dicha convocatoria.

Las personas a quienes se les ha aplicado la encuesta, desarrollan actividades de dirección, consultoría y académica. Ellos trabajan tanto para empresas e instituciones públicas y privadas (ver Figura 3.1)

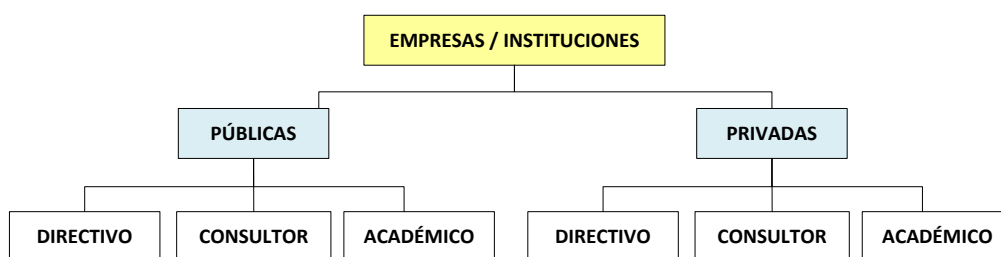


Figura 3.1 Actividades profesionales de la muestra. Elaboración propia

Es importante destacar, que también participaron profesionales de España y Alemania. Con respecto a los nacionales, se ha considerado la ciudad de Lima donde se encuentran casi la totalidad de los profesionales expertos en el tema. El Anexo 1, presenta la relación de profesionales que participaron con su opinión en las diferentes encuestas, permitiendo relacionar las variables, actores y retos estratégicos.

3.6 Técnicas de recolección de datos

La investigación considera las técnicas de observación directa de los hechos, encuestas y entrevistas a expertos y censos sobre estadísticas retrospectiva para la recolección de datos, y como instrumentos, cuestionarios, registros y fotos (ver Cuadro 3.4). Para el caso de las encuestas a expertos se aplicaron once (ver Cuadro 3.3); la primera

estuvo referida a determinar la relación directa de variables mediante la matriz de influencia-dependencia (ver Anexo 2); la segunda, referida a identificar los actores que intervienen en las variables claves (ver Anexo 3); la tercera estuvo subdividida en 8 encuestas, referidas a la matriz de Actores y Objetivos de las variables claves. Las preguntas fueron específicas en relación a: la participación del sector privado, gestión de los gobiernos, inversión, financieros, recursos energéticos renovables, ambientales, normas regulatorias y fabricantes y proveedores de tecnología, (ver Anexos del 4 al 11). La última encuesta 4 se refiere a las probabilidades de ocurrencia de eventos, correspondiente a las hipótesis del estudio (ver Anexo 12).

Todas las técnicas de recolección de datos a excepción de los censos fueron ejecutadas por el investigador, por consiguiente, no se requirió realizar capacitación a otras personas.

El lugar seleccionado para realizar las encuestas y entrevistas a profesionales del sector público y privado fue la ciudad de Lima, capital del Perú, porque es donde se encuentran los mejores y la mayor cantidad de expertos en el tema de la investigación.

La recolección de datos mediante el instrumento de encuesta, se realizó por medio del correo electrónico y personalmente. En el Anexo 13 se muestra una evidencia de envío por correo electrónico (ver Anexo 13A) y recepción de la Encuesta 1 (ver Anexo 13B) por parte de un experto en energía.

La información obtenida con los diferentes instrumentos de medición relacionada a las variables del proyecto se detalla en Cuadro 3.4.

Cuadro 3.3 Relación de encuestas a expertos para la recolección de datos

Anexo	Modelo de instrumento	
2	Encuesta 1	Relación directa entre variables
3	Encuesta 2	Determinación de los principales actores para las variables claves
4	Encuesta 3A	Participación del sector privado
5	Encuesta 3B	Gestión de los gobiernos
6	Encuesta 3C	Inversión
7	Encuesta 3D	Financieros
8	Encuesta 3E	Recursos energéticos renovables
9	Encuesta 3F	Ambiental
10	Encuesta 3G	Normas regulatorias
11	Encuesta 3H	Proveedores de equipos
12	Encuesta 4	Probabilidades de ocurrencia de eventos (hipótesis)

Fuente. Elaboración propia

Cuadro 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

			VI-1. Sociopolítico				VI-2. Economicas		VI-3. Tecnológicas			
			VI-1.1	VI-1.2	VI-1.3	VI-1.4	VI-2.1	VI-2.2	VI-3.1	VI-3.2	VI-3.3	VI-3.4
Técnica	Instrumento	Población	Participación de la comunidad	Participación del sector privado	Gestión de los gobiernos	Competencias de los RRHH	Inversión	Financieros	Recursos energeticos renovables	Ambientales	Normas Regulatorias	Proveedores de equipos
1. Censo	Registros	INEI	1									
2. Observación	Fotos, vídeos	Comunidades	1									
3. Encuestas	Cuestionario	Expertos energéticos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Autoridades de gobiernos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4. Entrevista	Cuestionario	Expertos energéticos	1	1	1		1		1	1	1	

Fuente. Elaboración propia

CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis, interpretación y discusión de resultados

Para determinar los escenarios prospectivos, se han aplicado técnicas de análisis, estrategias y herramientas de acuerdo a la secuencia que se muestra en la siguiente figura:

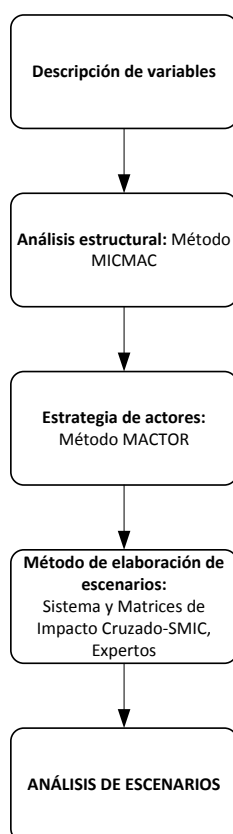


Figura 4.1 **Etapas para la construcción de escenarios.**
Elaboración propia

4.1.1 Análisis estructural: Método MICMAC (relaciones entre variables)

A continuación se presenta el análisis de la relación entre variables. El Cuadro 3.1 “*Matriz de Consistencia*”, muestra la relación de variables de la hipótesis principal y de las secundarias definidas para el estudio, y en la Figura 4.2 se presenta gráficamente la relación. El Cuadro 3.2 “*Matriz de Operacionalización*”, define cada una de estas variables tanto conceptual como operacionalmente.

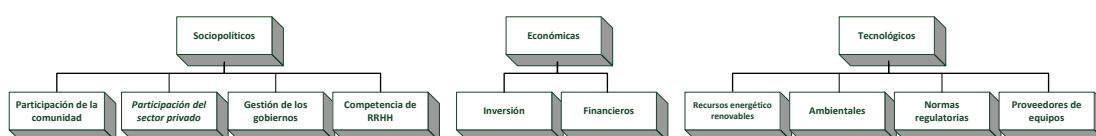


Figura 4.2 Relación de variables de investigación. Elaboración propia

Las técnicas que se utilizaron para su medición fueron:

- Encuestas
- Entrevistas
- Observación
- Censos

Una variable solo existe por sus relaciones, motivo por el cual el análisis estructural consiste en interrelacionar las variables en un cuadro de doble entrada (matriz de análisis estructural).

El método MICMAC es una herramienta de estructuración de reflexión colectiva, donde los resultados facilitan el análisis y permiten la toma de decisiones más favorables (ver Anexo 22).

La herramienta describe un sistema con ayuda de una matriz de doble entrada que relaciona todos sus elementos constitutivos,

presentando las principales variables influyentes, dependientes y las variables esenciales del sistema.

Para la valoración cualitativa del listado de variables en la matriz, se realiza una encuesta a un equipo de expertos en energía relacionados al tema, donde se determina por cada pareja de variables, si existe una relación de influencia directa entre las variables “i” y las variables “j”. La calificación utilizada en las relaciones es:

- 0: si no la hay
- 1: Débil
- 2: Mediana
- 3: Fuerte
- 4: Potencial

La comparación de jerarquización de las variables en las diferentes clasificaciones: directa, indirecta y potencial, permite identificar ciertas variables claves y otras sin mayor impacto para el estudio de investigación. Por consiguiente, el estudio se focaliza en determinar dichas variables claves que permitirá definir el diseño de escenarios que dan respuesta a las hipótesis. Los siguientes pasos se aplicará para el análisis estructural.

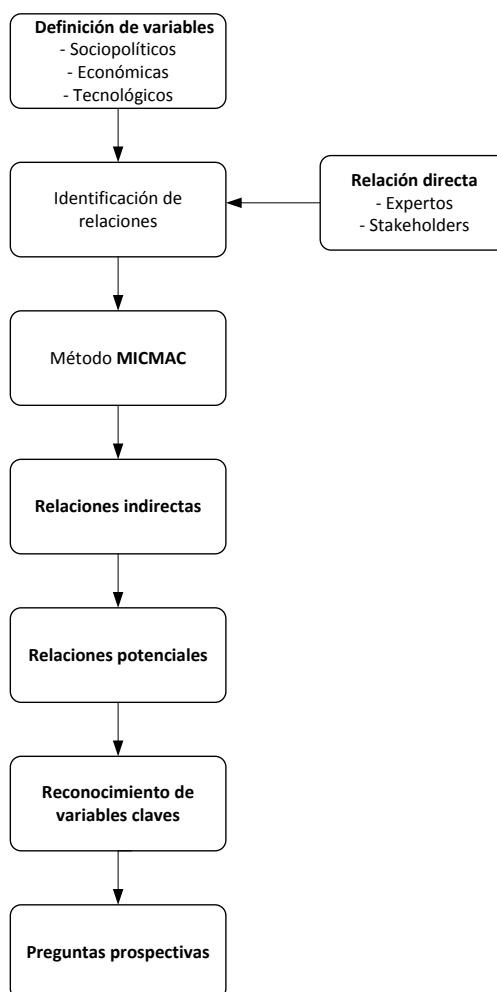


Figura 4.3 Pasos para el análisis estructural. Elaboración propia

En prospectiva las relaciones temporales son las de mayor relevancia. La clasificación directa es la resultante del juego de relaciones de corto y mediano plazo; por lo general su horizonte corresponde a menos de un decenio.

Las relaciones directas son determinadas por los stakeholders, compuestos por expertos pertenecientes al sector público, privado y académico (ver Anexo 1), quienes contribuyeron activamente al reconocimiento y relaciones de las variables de estudio. La herramienta utilizada fue la Encuesta 1, Matriz de influencia-dependencia entre variables denominada “viabilidad para generar electricidad utilizando ERNC en zonas rurales” (ver Anexo 2).

A continuación se presenta, el consolidado de los resultados de las opiniones de los 24 expertos (ver Cuadro 4.1). En la primera columna se ubica todas las variables identificadas y en la segunda columna las variables a quien pueden o no influir. Las siguientes columnas corresponden a las opiniones de los expertos, cuyo número del encuestado tiene relación a la lista total según Anexo 1. Los números indicados del (0-4) son las valoraciones que cada uno de ellos ha estimado para cada relación. Los espacios vacíos significan que no respondieron en esas relaciones.

Es importante resaltar, que la columna final denominada media acotada al 20%, corresponde al cálculo de la Media ó Promedio de todas las opiniones respecto a una relación, donde se han eliminado los valores extremos 10% a cada lado y sólo se ésta considerando el 80% de las opiniones. Con dichos valores, se determina el valor representativo de cada relación, el cual será considerado en el software MICMAC.

Cuadro 4.1 Matriz relacional de las opiniones de expertos que respondieron la Encuesta 1.

Variables		Influye sobre la variable:	Encuestados																																		Media acotada al 20%
			1	4	6	7	8	10	11	16	17	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31	32	33	34											
V1.1	Participación de la comunidad	Participación del sector privado	1	1	2	3	3	3	2	2		3	3	2	4	0	3	2	4	0	1	4	2			1	2	2	2								
		Gestión de los gobiernos	3	2	3	3	3	2	4	1					3	3	4	3	2	3					3	1	3	3	3								
		Competencia de los RRHH	0	3	3	1	1	2		1	3	3	3		3	3	0	1	3	1	2						0	1	2	2							
		Inversión	1	1	2	2	0	1	0	2	1	3			2	0	0	2		1	4	2	3			2	2	3	2								
		Financieros	0	1	1	0	0	1	0	2	0				2	0	0	0		0	4	2					0	2	3	1							
		Recursos energéticos renovables	4	0	2	1	3	3	1	2	3	3			2	0	0	0		0	0	3	3			2	4	4	2								
		Ambientales	4	2	2	2	3	3	2	1	3	3			4	0	4	4		3	3	4	3			2	3	4	3								
		Normas regulatorias	0	1	0	0	0	3	3	1	2	2			2	0	0	2		0	2	3					1	2	2	1							
		Proveedores de Equipos	0	0	0	0	0			3	3	1			2	0	0	0		1	3	2					1	2	2	1							
		Participación de la comunidad	1	1	3	4	3			2	4	1			3	2	4	1		2	2	2					0	3	3	2							
V1.2	Participación del sector privado	Gestión de los gobiernos	1	1	3	3	3	1	2	4	1	1		3	3	4	2		1	3	2			3	1	3	3	2									
		Competencia de los RRHH	4	2	3	2	3	4	3	3	3				3	2	4	3	2	1	3	2				2	2	2	3								
		Inversión	4	2	4	4	3	4	3	4	3	3	3		4	4	4	4		4	4	3				4	4	4	4								
		Financieros	4	2	3	4	3	4	4	4	3				4	4	4	4		4	4	3				4	4	3	4								
		Recursos energéticos renovables	0	0	2	3	2	2	2	4	1				3	0	4	1		0	0	2				2	3	3	2								
		Ambientales	0	1	2	3	3	3	1	2	2				3	0	4	3		1	2	3				2	4	3	2								
		Normas regulatorias	0	1	2	1	3	2	2	4	2				3	0	4	3		2	3	3				2	3	2	2								
		Proveedores de Equipos	4	3	3	3	3	2	4	4	3				3	4	4	2		3	3	3				2	4	2	3								
		1	1	3	4	3				2	4	1			3	4	4	3		3	4	3				4	4	3	4								
		2	2	3	3	1	2	4	1					2	0	0	0		1	3	3	4				3	4	3	3								
V1.3	Gestión de los gobiernos	Participación de la comunidad	4	2	3	3			2	4	3			3	4	4	3		3	4	3	4			1	4	3	3									
		Participación del sector privado	4	2	4	2	3			3	3	3			3	4		4	4	1	3	3	4			3	4	3	3								
		Competencia de los RRHH	4	2	2	2	3	2	3	2	2				2	3	1	1		2	3	3			4	3	2	2	2								
		Inversión	4	1	3	3	3	2	3	3	3				3	4	2	3		2	4	3	4			3	4	3	3								
		Financieros	4	2	1	2	3	2	4	2	2				4	4	2	3		1	4	3	3			2	4	3	3								
		Recursos energéticos renovables	4	0	3	2	3	3	3	2	3		4		2	2	4	1		0	0	3				2	4	2	2								
		Ambientales	4	2	3	4	2	2	3	2	3				2	3	4	3		3	2	3				3	4	3	3								
		Normas regulatorias	4	3	3	2	3	4	4	3	3				4	2	4	3		3	4	3				4	4	3	3								
		Proveedores de Equipos	4	1	1	0	3	2	3	2	1				2	2	1	1		1	3	3				1	2	3	2								
		Participación de la comunidad	3	2	1	2	3			1	3	3	3		3	0	4	1		4	2	3				3	2	3	2								
V1.4	Competencia de los RRHH	Participación del sector privado	4	2	2	3	3			2	3	3			3	3	4	3		3	3	3	3			3	3	3	3								
		Gestión de los gobiernos	4	2	1	4	3			3	2	1	3		2	3	1	4		2	2	3				3	2	3	2								
		Inversión	3	1	1	1	3	2	3	1	0	1	0		2	0	4	3		2	3	2	4	4	1	3	3	2	2								
		Financieros	3	1	2	1	3	3	3	1	0				2	0	4	2		1	3	2	4			3	3	2	2								
		Recursos energéticos renovables	3	0	1	2	3	3	3	1	3				4	0	3	1		0	0	3	4			1	4	3	2								
		Ambientales	3	2	2	3	3	3	3	1	3				3	0	4	3		3	1	3				1	4	3	3								
		Normas regulatorias	1	2	2	2	2	3	1	2			2		2	0	4	0	3		2	2	3			2	4	2	2								
		Proveedores de Equipos	1	2	1	3	2	4	3	3					2	0	4	2		0	3					3	4	2	2								
		Participación de la comunidad	2	1	2	0	0			1	3	3			4	2	0	0		2	3	2					2	4	3	2							
		Participación del sector privado	2	2	3	3	0			1	4	4			3	4	2	4		3	3	3	4				4	3	3	3							
V2.1	Inversión	Gestión de los gobiernos	2	1	2	1	0			0	3	2			4	4	2	2		1	3	2				4	1	2	2								
		Competencia de los RRHH	0	2	2	1	1			0	1	4			2	0	0	0		0	3	1				0	2	3	1								
		Financieros	4	2	3	4	3	4	4	4	4	3			4	3	4	3		2	4	3	4			4	3	2	3								
		Recursos energéticos renovables	0	0	2	3	1	3	2	1	4	3			3	0	0	3	3		0	0	3				0	2	2	2							
		Ambientales	0	0	1	2	1	3	1	1	4				4	0	4	1		0	0	3				0	2	2	2								
		Normas regulatorias	1	1	0	0	2	2	2	1	1	2			2	0	4	0		0	1	3				0	2	3	1								
		Proveedores de Equipos	4	2	1	4	3	2	4	3	3	1	3		3	4	4	3		4	0	3				4	3	3	3								
		Participación de la comunidad	1	1	1	2	0			2	3	3			3	0	0	0		2	2	2					0	2	3	2							
		Participación del sector privado	4	2	3	3	2			2	4	4		3	4	4	4	4		4	3	2	4				3	3	3	3							
		Gestión de los gobiernos	2	2	1	0				4	3	2			3	4	4	0		1	2	3				3	1	3	2								
V2.2	Financieros	Competencia de los RRHH	2	1	1	1	1			2	2	4			3	0	0	0		0	3	2				0	1	2	1								
		Inversión	4	1	1	4	3			4	4	4			4	4	4	3		2	4	2	4			3	1	3	3								
		Recursos energéticos renovables	0	0	0	2	0	3	1	1	4				3	0	4	2	3		0	0	3	3			0	1	2	2							
		Ambientales	0	0	1	2	2	3	1	1	4				3	0	4	1		0	0	3	3			0	1	2	2								
		Normas regulatorias	1	0	0	1	2	2	1	2	1				3	0	1	1		0	1	3	4			0	1	2	1								
		Proveedores de Equipos	4	1	1	1	3	2	4	3	4				4	4	1	2		3	4	3	4			3	3	2	3								
		Participación de la comunidad	1	2	2	2	1			1	2	4	1	2	3	3	4	0		2	0	3				2	2	3	2								
		Participación del sector privado	4	2	3	4	3			1	3	4		3	3	0	4	3		2	0	2	4			0	2	3	3								
		Gestión de los gobiernos	0	1	3	2	0			2	2	4	2	3	4	4	4	0		0	0	3				2	2	2	1								
		Competencia de los RRHH	0	1	2	2	1			0	2	4			2	0	2	0		0	0	3				0	2	3	1								
V3.1	Recursos energéticos renovables	Inversión	4	2	3	4	3			2	3	4	2		2	3	4	4	3		0	3	3	4			0	1	2	3							
		Financieros	3	1	2	2	3			3	3	4	3		2	3	4	4		2	0	3	4			0	1	2	3								
		Ambientales	3	2	1	2	3			4	4	4	3		4	3	4	3		0	2	3			3	2	3	3									
		Normas regulatorias	2	1	0	0	1	4			3	3	3		4	0	4	3		1	2	3				0	2	2	2								
		Proveedores de Equipos	3	2	1	0	1	3			3	3	4		2	0	1	3		2	1	3				0	2	2	2								
		Participación de la comunidad	1	1	3	4	3			3	4	4	3	2		2	4	4	3		2	2	3	4			4	2	3	3							
		Participación del sector privado	3	1	2	3	3			2	2	4	1	2	3	0	4	3		1	1	3	4			4	2	2	2								
		Gestión de los gobiernos	4	0	4	2	2			3	4	4	2		2	3	4	4		2	1	3	3			4	2	2	3								
		Competencia de los RRHH	3	0	2	1	2			2	2	4	3		2	3	0	2		0	1	2	3			1	2	3	2								
		Inversión	4	0	2	3	3			2	2	4	1		2	3	4	3		0	2	3	4			0	2	2	2								
V3.2	Ambientales	Financieros	4	1	1	3	3			3	2	4	2		2	2	4	3		2	0	3	4			0	2	2	3								
		Recursos energéticos renovables	0	0	2	1	3			4	4	4			4	4	4	3		0	0	3	4			0	4	3	3								
		Normas regulatorias	3	2	3	3	3			3	4	4	4		2	3	4	4		3	2	3			3	0	3	4	3								
		Proveedores de Equipos	3	0																																	

Fuente. Elaboración propia (las celdas en amarillo indica que no respondieron)

Con los valores resultantes del Cuadro 4.1, se define la Matriz de análisis estructural (ver Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2 Matriz de análisis estructural.

	1 : V1.1	2 : V1.2	3 : V1.3	4 : V1.4	5 : V2.1	6 : V2.2	7 : V3.1	8 : V3.2	9 : V3.3	10 : V3.4
1 : V1.1	0	2	3	2	2	1	2	3	1	1
2 : V1.2	2	0	2	3	P	P	2	2	2	3
3 : V1.3	3	3	0	2	3	3	2	3	3	2
4 : V1.4	2	3	2	0	2	2	2	3	2	2
5 : V2.1	2	3	2	1	0	3	2	2	1	3
6 : V2.2	2	3	2	1	3	0	2	2	1	3
7 : V3.1	2	3	2	1	3	3	0	3	2	2
8 : V3.2	3	2	3	2	2	3	3	0	3	2
9 : V3.3	2	3	3	2	3	3	2	3	0	2
10 : V3.4	1	3	2	2	3	3	2	2	2	0

© LIPSOR-EPTA-MICMAC

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MICMAC LIPS

Influences range from 0 to 3, with the possibility to identify potential influences:
 0: No influence
 1: Weak
 2: Moderate influence
 3: Strong influence
 P: Potential influences

A continuación se muestra el análisis de los resultados obtenidos del software MICMAC correspondiente a las relaciones de variables.

a. Reconocimiento de variables claves

El plano de Influencia-Dependencia de las variables se muestra en la Figura 4.4. Los resultados provienen del cálculo de valores de proporción Directa (ver Anexo 14).

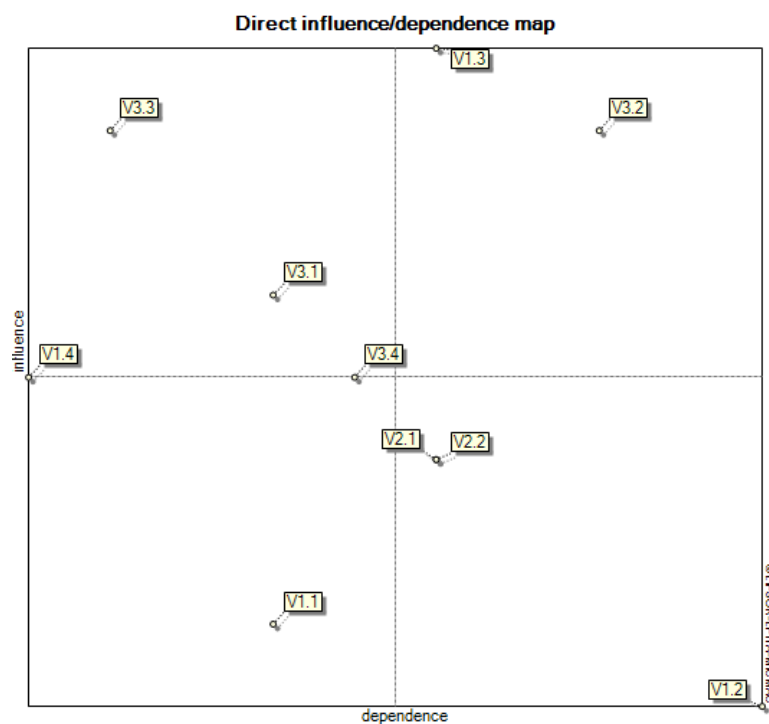


Figura 4.4 Plano de Influencia-Dependencia relaciones directas.
Elaboración propia (MICMAC - LIPSOR-EPITA).

A continuación se superpone el plano de influencia-dependencia obtenida anteriormente, en el mapa conceptual de análisis estructural (ver Anexo 15), con el objetivo de analizar las variables de acuerdo a su ubicación dentro del plano:

Es necesario por el nivel de motricidad, contar con leyes y normas que favorezcan el desarrollo de proyectos energéticos. Así también, identificar oportunidades para que los fabricantes y proveedores de equipos participen activamente en el proceso.

Cuadrante II, (Alta influencia y alta dependencia)

Son variables conocidas como de salida, resultado o claves. Se consideran como de mayor relevancia en términos de dinámica del sistema y escenarios más probables. Son del tipo inestables y corresponden con los retos del sistema. En el cálculo resultó en este cuadrante las variables:

- V1.3: Gestión de los gobiernos.
- V3.2: Ambientales.

Las decisiones a tomarse sobre ellas deberán ser con mucho esmero, así como aquellas que indirectamente se relacionan con las variables. Es importante que las decisiones estén orientadas hacia sus objetivos estratégicos.

Actualmente los proyectos en desarrollo en beneficio de la población rural dependen fundamentalmente del esfuerzo que pone el gobierno central, básicamente a través de la instalación de paneles solares en viviendas, sin embargo, es importante analizar el proceso para identificar sus sostenibilidad.

Cuadrante III, (Baja influencia y alta dependencia)

Son variables que se les califica como de resultado o sensibles; se caracterizan por su baja motricidad y alta dependencia. Se trata de variables que no se pueden abordar de frente sino a través de las que depende en el sistema. No producen cambios por sí solas, ya que son producto de la interacción de las demás

variables influyentes. En el cálculo resultó en este cuadrante las variables:

- V1.2: Participación del sector privado.
- V2.1: Inversión.
- V2.2: Financieros.

La participación de los gobiernos en el aspecto económico es clave para que el sector financiero facilite al sector privado las oportunidades de inversión en proyectos energéticos.

Cuadrante IV, (Baja influencia y baja dependencia)

Son variables que carecen de importancia y se pueden considerar al margen del comportamiento del sistema en estudio, ya que son autónomas en su forma de evolucionar. Estas variables aunque en el pasado hayan tenido importancia y hayan cumplido una función en el sistema, no tendrán tanta importancia estratégica para el futuro analizado en relación con los demás.

En el cálculo resultó en este cuadrante las variables:

- V1.1: Participación de la comunidad.
- V1.4: Competencias de los recursos humanos.

Por otro lado, de acuerdo a la tipología de variables, es importante destacar que las variables estratégicas, aquellas que se ubican lo más alejado del origen del plano, cuentan con características especiales que pueden ser aprovechados por ser muy influyentes o dependientes, y en este caso de estudio corresponde a las variables:

- V1.2: Participación del sector privado.
- V1.3: Gestión de los gobiernos.
- V3.2: Ambientales.
- V3.3: Normas regulatorias.

Del mismo modo, en la zona próxima al origen se sitúan las variables autónomas, son poco influyentes o motrices y poco dependientes, se corresponden con tendencias pasadas o inercias del sistema o bien están desconectadas de él. No constituyen parte determinante para el futuro del sistema. De los resultados se han obtenido como variable muy cerca a ser autónoma, la Participación de la comunidad [V1.1], el cual no representa una variable clave que impacte en el logro de los objetivos de la investigación.

Es importante señalar, que las variables de entorno son aquellas que se sitúan en la parte izquierda del plano, lo que demuestra su escasa dependencia del sistema, por lo tanto, hay que analizarlas como variables que reflejan un "decorado" del sistema de estudio. Los resultados indican que las competencias de los Recursos Humanos, si bien cuenta con una intermedia motricidad, también tiene nula dependencia; por consiguiente, para el estudio no se lo tomará en cuenta como clave, pero si, de manera superficial en relación con las demás variables.

Se consideran variables reguladoras, aquellas que se sitúan en la zona central del plano, Determinan el funcionamiento del sistema en condiciones normales y se convierten en "llave de paso" para alcanzar el cumplimiento de las variables-clave. Para el estudio resultaron como variables reguladoras la Económicas [V2.1], [V2.2] y los Proveedores de equipos [V3.4], debiendo evolucionar de acuerdo a lo que conviene para la consecución de los objetivos del sistema.

Otro tipo de variables también destacable son las denominadas Objetivo; se ubican en la parte central son muy dependientes y medianamente motrices, de ahí su carácter de objetivo, en ellas se puede influir para que su evolución sea aquella que se desea. Su denominación viene dada porque su nivel de dependencia permite actuar directamente sobre ellas con un margen de maniobra que puede considerarse elevado, ayudando a su vez a la consecución de las variables clave. De los resultados se obtuvo como variables objetivo las Económicas, las cuales más adelante se analizará el nivel de influencia sobre las variables claves.

De acuerdo al análisis anterior, un primer reconocimiento de variables claves para el estudio son las siguientes:

- V1.2 : Participación del sector privado.
- V1.3 : Gestión de los gobiernos.
- V2.1 : Inversión.
- V2.2 : Financieros.
- V3.1 : Recursos energéticos renovables.
- V3.2 : Ambientales.
- V3.3 : Normas regulatorias.
- V3.4 : Proveedores de equipos.

b. Estabilidad del sistema

ARCADE⁹¹ (2004) señala, si la nube de puntos se extiende a lo largo de los ejes (forma de L), se considera un sistema estable (ver Figura 4.6). Esto significa que la respuesta del sistema en términos de evolución a un impulso dado de variables determinantes puede anticiparse con un cierto grado de certeza.

⁹¹ Ibíd, p.187

Por otro lado, cuando la nube se expande a lo largo de la primera bisectriz, el sistema puede ser considerado como indeterminado (inestable). Más aún cuando los puntos están ubicados en el cuadro superior derecho. Estos puntos, caracterizados por su fuerte influencia y dependencia, jugarán un papel ambiguo en el sistema. Son factores de incertidumbre para prever su evolución en comparación con aquellas variables consideradas determinantes.

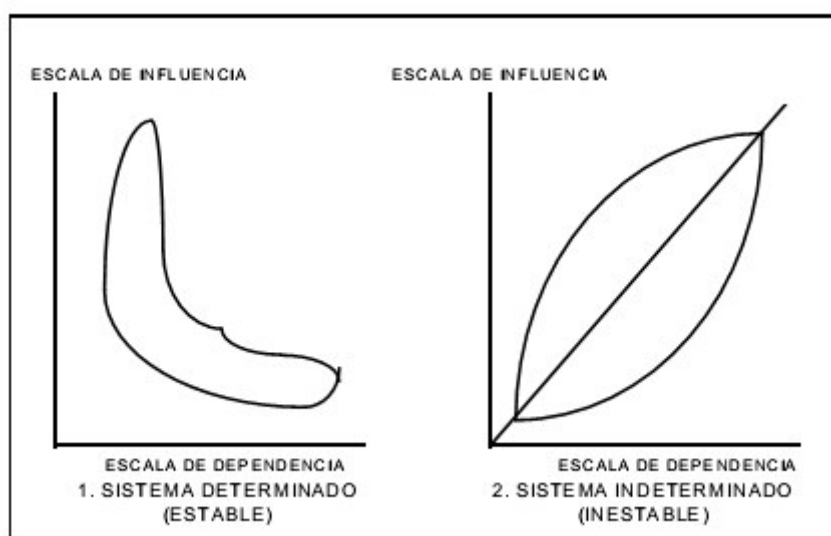


Figura 4.6 **Comportamiento del sistema de acuerdo a su forma y tipo de estabilidad.** “Análisis estructural con el método MICMAC y estrategia de los actores con el método MACTOR” Arcade, J. & Meunier, F.

Los resultados obtenidos del estudio, muestran una densidad de puntos de las variables con un 60% de ellos concentrados en la primera bisectriz (ver Figura 4.7), que obedece a un comportamiento del tipo inestable, lo cual constituye una característica de un sistema indeterminado; sin embargo, es importante destacar que la concentración de variables en el centro, son tanto influyentes como dependientes, considerándose variables objetivo y reguladoras.

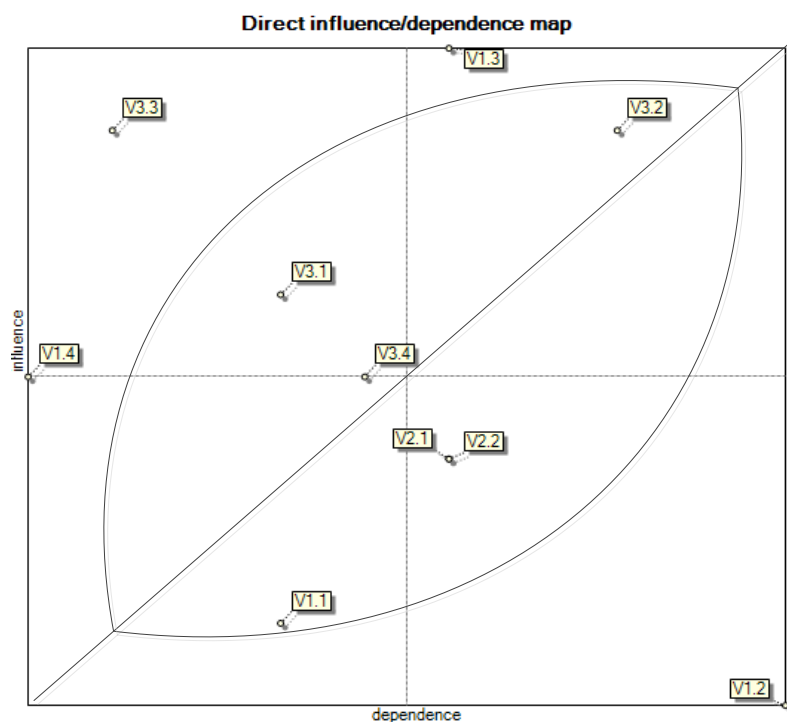


Figura 4.7 Comportamiento del sistema de estudio de acuerdo a su forma MICMAC. Elaboración propia.

c. Variables ocultas

Los valores de las relaciones Indirectas y Potenciales (ver Anexo 14), originan los desplazamientos de las variables, así también, integran efectos en cadena que requieren necesariamente de tiempo. Se sitúan en un horizonte más alejado del corto plazo, los cuales son importantes para las propuestas de escenarios futuros. A continuación se presenta el análisis para diferentes tiempos.

c.1 Cambios en el mediano plazo

Las relaciones indirectas representan nuevos comportamientos que se considera se producirán en el mediano plazo entre (5 a

10 años). A continuación se presenta el mapa de influencia/dependencia indirecta al utilizar el software MICMAC.

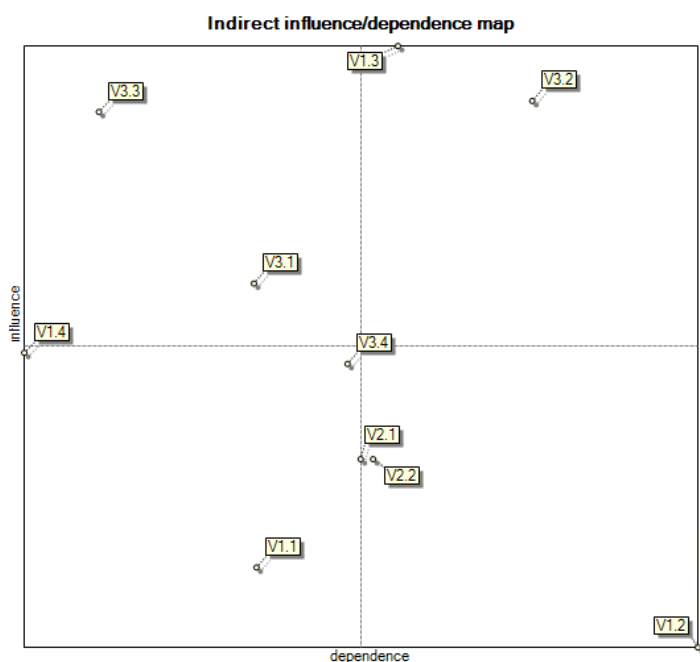


Figura 4.8 Plano de Influencia-Dependencia relaciones indirectas.
Elaboración propia (MICMAC - LIPSOR-EPITA).

Comparando los resultados de las relaciones Directas e Indirectas (ver Figuras 4.4 y 4.8) respectivamente, se han producido pequeños desplazamiento en todas las variables, los cuales se observa en el plano de desplazamiento de variables Directa/Indirecta (ver Fig. 4.9).

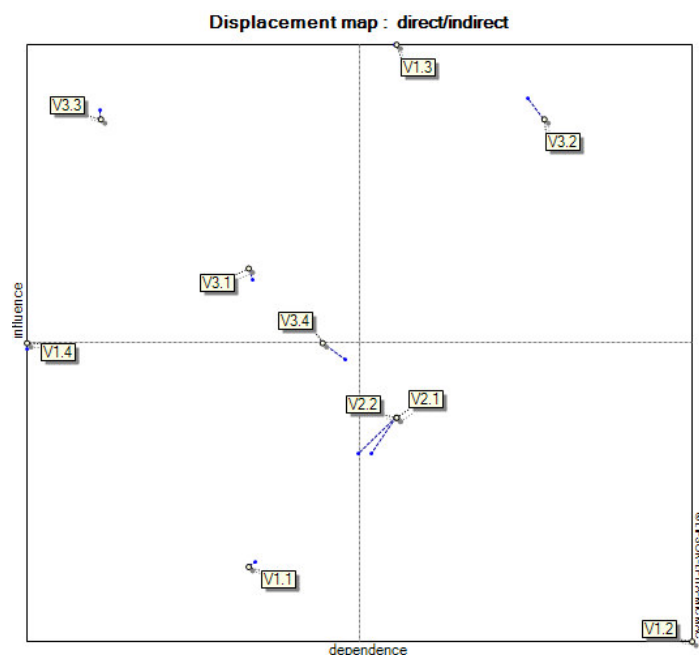


Figura 4.9 Plano de desplazamiento por relaciones Directas/Indirectas
Software (MICMAC - LIPSOR-EPITA).

Sin embargo, todas ellas mantienen su nivel de influencia o motricidad respecto a las relaciones directas (ver Figuras 4.10).

Classify variables according to their i

Rank	Variable	Variable
1	3 - V1.3	3 - V1.3
2	8 - V3.2	8 - V3.2
3	9 - V3.3	9 - V3.3
4	7 - V3.1	7 - V3.1
5	4 - V1.4	4 - V1.4
6	10 - V3.4	10 - V3.4
7	5 - V2.1	5 - V2.1
8	6 - V2.2	6 - V2.2
9	1 - V1.1	1 - V1.1
10	2 - V1.2	2 - V1.2

Figura 4.10 Desplazamiento por nivel de influencia (motricidad) según relaciones indirectas. Software MICMAC - LIPSOR-EPITA.

Respecto al grado de dependencia (ver Figura 4.11), disminuye la variable Inversión [V2.1] bajando del lugar del 4 al 5, y aumenta su dependencia la variable Financiera [V2.2] subiendo del lugar 5 al 4.

Respecto a las demás variables, aunque habiendo cambiado su grado de dependencia (ver Anexo 14), ellas mantienen su mismo nivel.

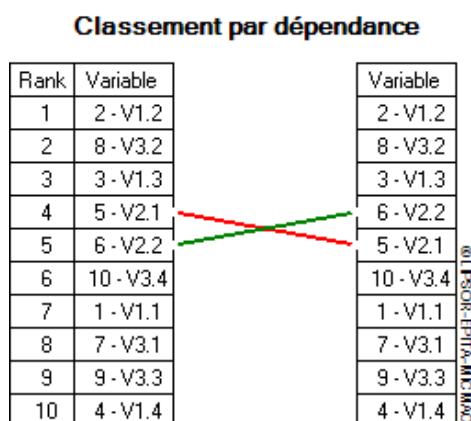


Figura 4.11 Desplazamiento por nivel de dependencia según relaciones indirectas. Software MICMAC - LIPSOR-EPITA.

De los resultados podemos reconocer, que a mediano plazo no habrá cambios significativos en las condiciones de las variables, las cuales siguen siendo válidas las mismas variables claves seleccionadas a corto plazo.

c.2 Cambios en el largo plazo

Las relaciones potenciales va más lejos que la indirecta, debido a que integra relaciones cuya influencia en el sistema ejercerán en el largo plazo (más de 10 años).

Considerando las relaciones directas y potenciales, se analizan las variables en un escenario de largo plazo, las cuales se observa un desplazamiento de las variables en relación al corto y mediano plazo, experimentando cambios en su nivel de motricidad y dependencia.

A continuación se presenta el plano de desplazamiento de influencia/dependencia desde las relaciones Directas hacia las Potenciales Directa e Indirecta (ver Figura 4.12).

Es importante destacar, que en el período de largo plazo, la variable Participación del sector privado [V1.2], aumento su grado de influencia notablemente pasando del lugar del 10 al 4, originando que las variables: Recursos energéticos renovables [V3.1], Competencias de los Recursos Humanos [V1.4], Proveedores de equipos [V3.4], Inversión [V2.1], Financieros [V2.2] y Participación de la Comunidad [V1.1], disminuyeran un nivel respecto, a la posición que tuvieran en su Relación Directa, (ver Figuras 4.12 y 4.13).

Así también, en un mayor tiempo se experimenta que la variable Normas regulatorias [V3.3], incrementa su nivel de motricidad del 3 al 2, y de manera opuesta, la variable Ambiental [V3.2] disminuye su influencia pasando del nivel 2 al 3, (ver Figura 4.13).

En relación al nivel de dependencia se observa, que al inicio del largo plazo la variable Inversión [V2.1] incrementa su nivel de dependencia pasando del 4 al 2, para después de algunos años disminuya al nivel 3. Lo mismo sucede con la variable Financiera [V2.2], incrementa su nivel de dependencia del 5 al 3 para luego continuar aumentando al nivel 2, (ver Figura 4.14).

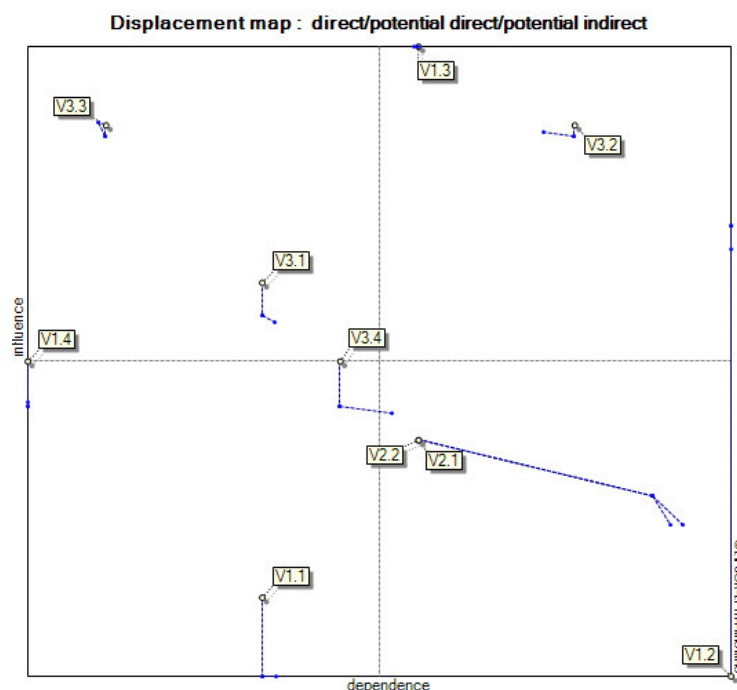


Figura 4.12 Plano de desplazamiento de influencia/dependencia por relaciones Directas- Potencial Directa y Potencial Indirecta. Software MICMAC - LIPSOR-EPITA.

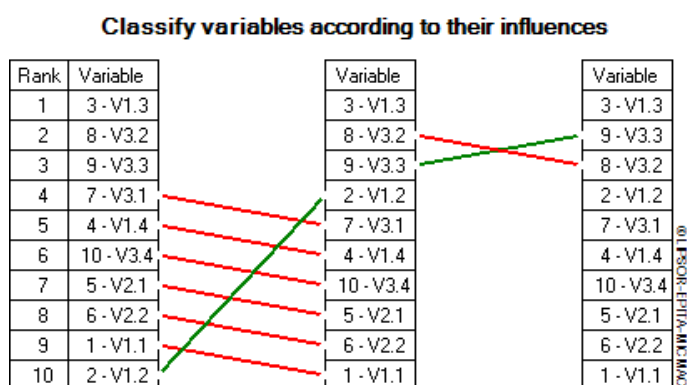


Figura 4.13 Desplazamiento por nivel de influencia según relaciones Directas-Potenciales Directas y Potenciales Indirectas. Software MICMAC - LIPSOR-EPITA.

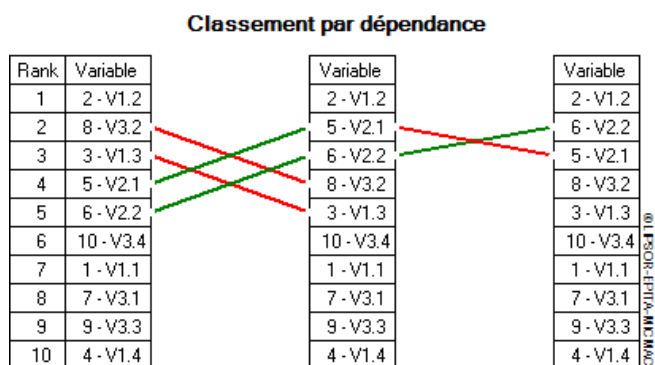


Figura 4.14 Desplazamiento por nivel de dependencia según relaciones Directa-Potencial Directa y Potencial Indirecta. Software MICMAC.

Las variables inicialmente identificadas como claves debido a su motricidad o influencia y dependencia, mantienen ese estatus en los cuatro planos de relaciones directas, indirectas, directas potenciales e indirectas potenciales, a excepción de las variables: Participación del sector privado [V1.2], convirtiéndose en el largo plazo de ser una variable del tipo resultado a clave, confirmando su importancia para su posterior análisis; y para el caso de la variable Proveedores de equipos [V3.4], convirtiéndose de una variable determinante a resultado con un nivel de motricidad intermedio y manteniendo su tipología de ser reguladora y objetivo a la vez.

Finalmente, con el apoyo del análisis estructural se establece, que el comportamiento de las variables claves identificadas, valida su importancia en la dinámica presente y futura del sistema, y obliga a poner especial atención sobre su evolución. Por consiguiente, las ocho variables claves que continuaran con el análisis de sus actores son las siguientes:

V1.2	:	Participación del sector privado
V1.3	:	Gestión de los gobiernos
V2.1	:	Inversión
V2.2	:	Financieros
V3.1	:	Recursos energéticos renovables
V3.2	:	Ambientales
V3.3	:	Normas regulatorias
V3.4	:	Proveedores de equipos

4.1.2 Estrategia de actores: Método MACTOR

El análisis de actores es una herramienta que permite valorar las relaciones de fuerzas entre los actores que intervienen en retos estratégicos, y estudiar sus convergencias y divergencias con

respecto a los objetivos asociados, facilitando responder a las hipótesis donde intervienen las variables.

Para la aplicación de la estrategia se sigue las etapas de la Figura 4.15, donde los expertos y stakeholders participan en la identificación de relaciones entre actores y objetivos con los retos estratégicos.

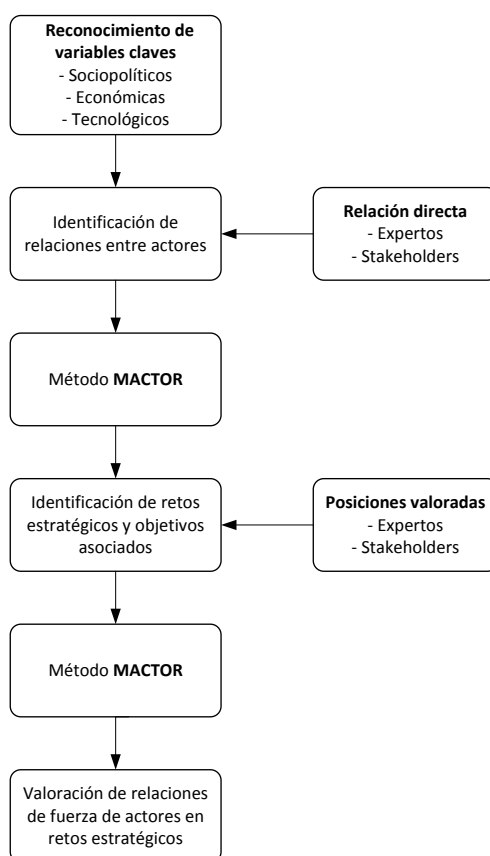


Figura 4.15 **Etapas para la estrategia de actores.** Elaboración propia

Para cada una de las variables claves, los expertos reconocieron sus actores más relevantes utilizando la Encuesta 2 (ver Anexo 3), quienes directa o indirectamente pueden influir en el comportamiento de dichas variables a través de sus acciones u opiniones. En el Anexo 17, se presenta el consolidado de las opiniones de los expertos que respondieron la encuesta.

El resultado final de la matriz de actores que influyen en las variables claves y que se analizaran mediante el software MACTOR (ver Anexo 22), se presenta en el Cuadro 4.3.

Cuadro 4.3 Actores que influyen en las variables claves.

VARIABLES CLAVES		Participación del sector privado	Gestión de los gobiernos	Inversión	Financieros	Recursos energéticos renovables	Ambiental	Normas regulatorias	Proveedores de Equipos
ACTORES		V1.2	V1.3	V2.1	V2.2	V3.1	V3.2	V3.3	V3.4
Act 1	Inversionistas	1	1	1	1			1	1
Act 2	Autoridades de gobierno		1	1	1	1	1	1	
Act 3	Entidades financieras	1		1	1				1
Act 4	Comunidades rurales		1			1	1		
Act 5	Fabricantes y Proveedores de equipos	1		1					1
Act 6	Recursos humanos	1	1			1			
Act 7	Instituciones nacionales e internacionales	1	1	1	1	1	1	1	

Fuente. Elaboración propia. Uso de Encuesta 2

Del mismo modo se establecieron los retos estratégicos para cada variable clave, así como sus objetivos relacionados, donde los actores son parte importante para su logro, de tal manera de identificar la convergencia y divergencia existentes entre ellos. Con dicha información se formulan la evolución de las variables claves, así como las propuestas de acción que consideren las alianzas necesarias para materializar los objetivos del estudio.

Para el análisis se utilizó la herramienta matriz de posiciones valoradas, que corresponde a la representación matricial Actores x Objetivos (MAO) de la actitud actual de cada actor en relación a cada objetivo, considerando:

El actor está:

(+): de acuerdo con el objetivo.

(-): en desacuerdo con el objetivo.

Se valoró con las siguientes intensidades. El objetivo:

(0): es poco consecuente.

(1): es indispensable para sus procesos operativos del actor.

(2): es indispensable para sus proyectos del actor.

(3): es indispensable para su misión del actor.

(4): es indispensable para su existencia del actor.

Se construyó una matriz de influencias directas entre actores a partir de un cuadro estratégico de actores, valorando los medios de acción de cada actor según la misma escala de intensidades utilizada en MAO.

A continuación se estudia las siguientes variables claves que tienen características de ser motrices y dependientes en diferentes niveles, las cuales fueron determinadas por el análisis estructural MICMAC, con el objetivo de profundizar el conocimiento de su comportamiento:

V1.2	:	Participación del sector privado
V1.3	:	Gestión de los gobiernos
V2.1	:	Inversión
V2.2	:	Financieros
V3.1	:	Recursos energéticos renovables
V3.2	:	Ambientales
V3.3	:	Normas regulatorias
V3.4	:	Proveedores de equipos

I) Variable V1.2: Participación del sector privado

La variable “Participación del sector privado” es clave para alcanzar los objetivos del presente estudio; su intervención dependerá de algunos factores para que dicho sector se interese

en el desarrollo de proyectos energéticos. Sin embargo, existen barreras para la inversión privada, tales como el financiamiento, normatividad, participación de las comunidades, etc. por consiguiente, hay la necesidad de evaluar las coincidencias y divergencias de los actores que están directamente relacionadas con la variable.

a. Actores que influyen en la variable

Para la variable “*Participación del sector privado*”, se consideraron 7 principales actores (ver Cuadro 4.4).

Cuadro 4.4 Actores de la variable “Participación del sector privado”

Actores	
Act 1	Inversionistas
Act 2	Autoridades de gobierno
Act 3	Entidades financieras
Act 4	Comunidades rurales
Act 5	Fabricantes y proveedores de equipos
Act 6	Recursos humanos
Act 7	Instituciones nacionales e internacionales

Fuente. Elaboración propia

El siguiente cuadro muestra la matriz de influencias directas entre actores. Los valores provienen del resultado del promedio de todas las opiniones de los expertos respecto a la “Participación del sector privado” (ver Anexo 17).

Cuadro 4.5 Matriz de influencias directas entre actores, variable “Participación del sector privado”

Actores		Act1	Act2	Act3	Act4	Act5	Act6	Act7
Act 1	Inversionistas	0	3	3	2	2	2	2
Act 2	Autoridades de gobierno	3	0	3	4	2	2	3
Act 3	Entidades financieras	4	2	0	1	2	1	3
Act 4	Comunidades rurales	1	3	1	0	1	2	2
Act 5	Fabricantes y proveedores de equipos	3	2	2	2	0	2	2
Act 6	Recursos humanos	2	2	1	3	2	0	2
Act 7	Instituciones nacionales e internacionales	3	3	3	2	2	2	0

Fuente. Elaboración propia

Del plano influencia-dependencia de los actores se puede determinar que los actores claves de mayor influencia son: Autoridades de gobierno, Instituciones nacionales e internacionales e Inversionistas con un alto grado de influencia y dependencia. También se observa que las Entidades financieras sirven como actor regulador para alcanzar a los actores claves y al mismo tiempo es un actor objetivo porque se puede influir sobre ella para que su evolución sea la más adecuada. Los Recursos humanos por su ubicación pueden quedar al margen del comportamiento del sistema. Finalmente los Fabricantes y proveedores de equipos pueden servir como palanca al actor Entidades financieras.



Figura 4.16 **Plano de influencia-dependencia de actores para la variable “Participación del sector privado”**. Elaboración propia con el Software MACTOR - LIPSOR.

El parámetro “**R_i**” indica la relación de fuerza del actor sobre los demás actores en las relaciones de influencias-dependencias, tanto directas como indirectas. Cuando el valor es menor que uno la relación es débil, tal como presenta el actor Comunidades rurales (0,74); sin embargo los actores con mayor intensidad son: Instituciones nacionales e internacionales (1,10), Fabricantes y proveedores de equipos (1,10), Autoridades de

gobierno (1,09) e Inversionistas (1,06). Estas cifras determinaron la posición de los actores en el plano de influencia-dependencia de actores.

Cuadro 4.6 Relaciones de fuerza de actores (Ri), variable “Participación del sector privado”

	Ri
Inversionistas	1.06
Autoridades de gobierno	1.09
Entidades financieras	0.94
Comunidades rurales	0.74
Fabricantes y proveedores de equipos	1.10
Recursos humanos	0.97
Instituciones nacionales e internacionales	1.10

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software.
MACTOR LIPSOR-EPITA

Para el análisis de convergencia de objetivos comunes entre actores, se ha utilizado el plano y matriz de Convergencia de Posiciones Valoradas 3CAA, (ver Figura 4.17 y Cuadro 4.7) respectivamente. Los resultados indican la existencia de un grupo de convergencia conformado por los actores: Inversionistas (68,7), Instituciones nacionales e internacionales (61,8) y Autoridades de gobierno (61,6). Este resultado es importante y será considerado en análisis posteriores.



Figura 4.17 **Plano de convergencia entre actores orden 3, variable “Participación del sector privado”**. Elaboración propia con el Software MACTOR - LIPSOR-EPITA.

Los demás actores presentan menores convergencias tales como: las Comunidades rurales con (57,6), Fabricantes y proveedores de equipos con (56,4), Recursos humanos con (56,1) y las Entidades financieras con (50,8).

Cuadro 4.7 **Matriz de convergencia entre actores, variable “Participación del sector privado”**

	Invers.	Auto gobie	Enti finan	Comunida	Prove equi	RRHH	I. na e in
Inversionistas	0.0	12.3	10.2	11.3	11.3	11.2	12.4
Autoridades de gobierno	12.3	0.0	8.7	9.9	9.9	9.8	10.9
Entidades financieras	10.2	8.7	0.0	7.7	7.7	7.6	8.8
Comunidades rurales	11.3	9.9	7.7	0.0	8.9	8.8	10.0
Fabricantes y proveedores de equipos	11.3	9.9	7.7	8.9	0.0	8.8	9.9
Recursos humanos	11.2	9.8	7.6	8.8	8.8	0.0	9.8
Instituciones nacionales e internacionales	12.4	10.9	8.8	10.0	9.9	9.8	0.0
Número de convergencias	68.7	61.6	50.8	56.7	56.4	56.1	61.8

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

En lo que respecta al grado de divergencia para este grupo de actores sobre la variable “Participación del sector privado”, resulta que ninguno de ellos diverge (ver Cuadro 4.8).

Cuadro 4.8 Matriz de divergencia entre actores, variable “Participación del sector privado”

	Invers.	Auto gobie	Enti finan	Comunidad	Prove equi	RRHH	I. na e in
Inversionistas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Autoridades de gobierno	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Entidades financieras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Comunidades rurales	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fabricantes y proveedores de equipos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Recursos humanos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Instituciones nacionales e internacionales	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Número de divergencias	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

Los actores pueden tener entre ellos posiciones convergentes sobre ciertos objetivos y divergentes sobre otros, su posición es entonces ambivalente. Para encontrar sus alianzas se deberá trabajar sobre los objetivos en común y reorientar favorablemente sobre los objetivos que los separan. El Software MACTOR construye la ambivalencia de actores de tres indicadores de equilibrio utilizando respectivamente sus posiciones simples, valoradas y ponderadas.

En el estudio el indicador de ambivalencia (ver Cuadro 4.9) establece que ningún actor presenta valores de ambivalencia respecto a los demás, lo cual significa que no hay riesgo de que los actores cambien de opinión respecto a un objetivo específico.

Cuadro 4.9 Matriz de ambivalencia de actores, variable “Participación del sector privado”

Actores		EQ3
Act 1	Inversionistas	0,0
Act 2	Autoridades de gobierno	0,0
Act 3	Entidades financieras	0,0
Act 4	Comunidades rurales	0,0
Act 5	Fabricantes y proveedores de equipos	0,0
Act 6	Recursos humanos	0,0
Act 7	Instituciones nacionales e internacionales	0,0

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR

b. Retos estratégicos y objetivos

En esta etapa de construcción de escenarios, los expertos identificaron un reto estratégico relacionado con la variable “Participación del sector privado”, así como sus objetivos asociados (ver Cuadro 4.10).

Cuadro 4.10 Reto estratégico y objetivos asociados, variable “Participación del sector privado”

Reto estratégico	Objetivos asociados	
Desarrollo de proyectos energéticos sostenibles utilizando las ERNC	Obj1	Oportunidades de negocios rentables
	Obj2	Participación de los gobiernos
	Obj3	Apoyo financiero
	Obj4	Participación de las comunidades

Fuente. Elaboración propia

A continuación se definen cada objetivo asociado al reto estratégico:

- **Oportunidades de negocios rentables (Obj1):** Identificar proyectos para ser desarrollados en zonas rurales que permitan una rentabilidad económica.
- **Participación de los gobiernos (Obj2):** Intervención de los gobiernos del país para facilitar al sector privado la implementación de proyectos energéticos en la zona rurales que generen rentabilidad.
- **Apoyo financiero (Obj3):** Apoyo del sector financiero para el desarrollo de proyecto.
- **Participación de las comunidades (Obj4):** Contribuir al desarrollo de proyectos energéticos que les permita tener acceso a la electricidad.

La matriz de posiciones valoradas entre Actores x Objetivos (ver Cuadro 4.11), muestra el resultado del promedio de todas las opiniones de los expertos respecto a la variable “Participación del sector privado” (ver Anexo 18).

Cuadro 4.11 Matriz de posiciones valoradas entre Actores x Objetivos para la variable “Participación del sector privado”

Actores		Obj1	Obj2	Obj3	Obj4
Act 1	Inversionistas	4	3	3	3
Act 2	Autoridades de gobierno	2	3	2	3
Act 3	Entidades financieras	2	1	3	1
Act 4	Comunidades rurales	2	3	3	4
Act 5	Fabricantes y proveedores de equipos	2	2	3	1
Act 6	Recursos humanos	3	2	2	2
Act 7	Instituciones nacionales e internacionales	3	2	3	2

Fuente. Elaboración propia

Con la información anterior se obtuvo el plano de distancias netas entre objetivos (ver Figura 4.18), el cual permite mostrar los objetivos sobre los cuales los actores están de acuerdo o en desacuerdo. Así también, presenta grupos de objetivos donde los actores están en fuerte convergencia (ubicados cerca los unos de los otros) o en fuerte divergencia (ubicados lejos los unos de los otros).

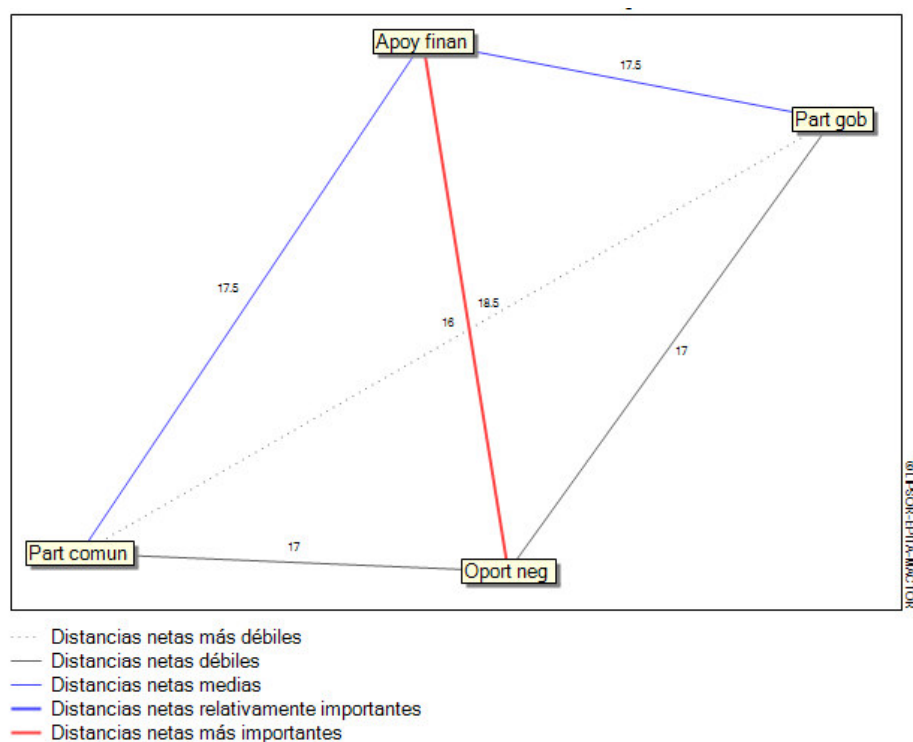


Figura 4.18 Gráfico de distancias netas entre objetivos, variable "Participación del sector privado". Elaboración propia con el Software MACTOR - LIPSOR-EPITA.

Para la variable "Participación del sector privado" se observa que los objetivos, Apoyo financiero y Oportunidades de negocio, son aquellos donde los actores tienen mayor interés.

c. Posicionamiento de los actores sobre los objetivos

Es importante destacar, que cada actor toma una posición frente a cada objetivo, dependiendo de si está a favor o en contra según el nivel de intensidad definido como: poco consecuente (0), es indispensable para sus procesos operativos (1), proyectos (2), misión (3) y existencia (4) del actor.

La matriz de posiciones simples de Actores x Objetivos (1MAO) representa la valencia [favorable (1), opuesto (-1) o indiferente (0)] de los actores frente a los objetivos. Al final del cuadro se presenta el número de acuerdos y desacuerdos de todos los actores sobre los objetivos.

Para la variable “Participación del sector privado” los resultados indican que todos los actores están de acuerdo con los objetivos, (ver Cuadro 4.12).

Cuadro 4.12 Matriz de posiciones simples de Actores x Objetivos (1 MAO), variable “Participación del sector privado”

ACTORES	OBJETIVOS				Suma absoluta
	Oport. Neg.	Part. Gob.	Apoyo finan.	Part. Comun.	
Inversionistas	1	1	1	1	4
Autoridades de gobierno	1	1	1	1	4
Entidades financieras	1	1	1	1	4
Comunidades rurales	1	1	1	1	4
Fabricantes y proveedores de equipos	1	1	1	1	4
Recursos humanos	1	1	1	1	4
Instituciones nacionales e internacionales	1	1	1	1	4
Número de acuerdos	7	7	7	7	
Número de desacuerdos	0	0	0	0	
Número de posiciones	7	7	7	7	

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

La matriz de posiciones valoradas de Actores x Objetivos (2MAO) representa para cada actor, su valencia sobre cada uno de los objetivos [favorable (1), opuesto (-1) o indiferente (0)] y su jerarquía de objetivos (ver Cuadro 4.13). Así también, al final del cuadro para cada objetivo, se presenta el nivel de jerarquía de la opinión de todos los actores.

Para la variable “Participación del sector privado” los resultados indican que el Apoyo Financiero (19) y las Oportunidades de Negocio (18), son los Objetivos que han obtenido mayor valoración por parte de los actores.

Cuadro 4.13 Matriz de posiciones valoradas de Actores x Objetivos (2MAO), variable “Participación del sector privado”

ACTORES	OBJETIVOS				Suma absoluta
	Oport. Neg.	Part. Gob.	Apoyo Finan.	Part. Comun.	
Inversionistas	4	3	3	3	13
Autoridades de gobierno	2	3	2	3	10
Entidades financieras	2	1	3	1	7
Comunidades rurales	2	3	3	4	12
Fabricantes y proveedores de equipos	2	2	3	1	8
Recursos humanos	3	2	2	2	9
Instituciones nacionales e internacionales	3	2	3	2	10
Número de acuerdos	18	16	19	16	
Número de desacuerdos	0	0	0	0	
Número de posicioones	18	16	19	16	

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

La matriz de posiciones valoradas ponderadas de actores sobre los objetivos por las relaciones de fuerza (3MAO), describe la posición de cada actor sobre cada objetivo teniendo en cuenta a la vez su intensidad sobre cada objetivo, su jerarquía de objetivos y las relaciones de fuerza entre actores.

Para la variable “Participación del sector privado” podemos observar que se mantienen el orden de valoración respecto al Apoyo Financiero (18,9) y las Oportunidades de Negocio (18,2) por parte de los actores, (ver Cuadro 4.14).

Cuadro 4.14 Matriz de posiciones ponderadas valorada (3MAO), variable “Participación del sector privado”

ACTORES	OBJETIVOS				Mobilizacion
	Oport. Neg.	Part. Gob.	Apoyo Finan.	Part. Comun.	
Inversionistas	4.2	3.2	3.2	3.2	13.8
Autoridades de gobierno	2.2	3.3	2.2	3.3	10.9
Entidades financieras	1.9	0.9	2.8	0.9	6.6
Comunidades rurales	1.5	2.2	2.2	3	8.9
Fabricantes y proveedores de equipos	2.2	2.2	3.3	1.1	8.8
Recursos humanos	2.9	1.9	1.9	1.9	8.7
Instituciones nacionales e internacionales	3.3	2.2	3.3	2.2	11
Número de acuerdos	18.2	16	18.9	15.6	
Número de desacuerdos	0	0	0	0	
Grado de movilización	18.2	16	18.9	15.6	

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

El plano y gráfico de distancias netas entre actores, presenta las relaciones de convergencia y divergencia entre ellos. Para la variable “Participación del sector privado” se observa que los actores: Inversionistas, Instituciones nacionales e internacionales, Autoridades de gobierno y las Comunidades rurales son los que presentan mayores convergencias (ver Figuras 4.19 y 4.20). Por consiguiente, es necesario potenciar las mejores relaciones entre dichos actores para el logro de los objetivos de la variable en estudio.

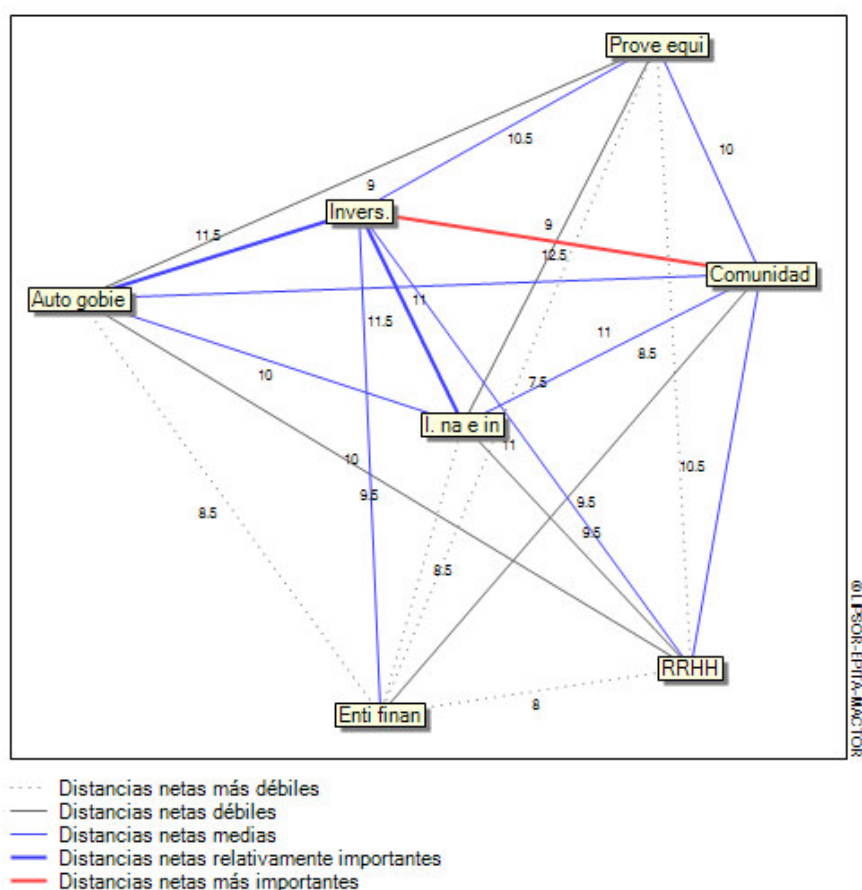


Figura 4.19 Gráfico de distancias netas entre actores, variable “Participación del sector privado”. Elaboración propia con el Software MACTOR - LIPSOR-EPITA.

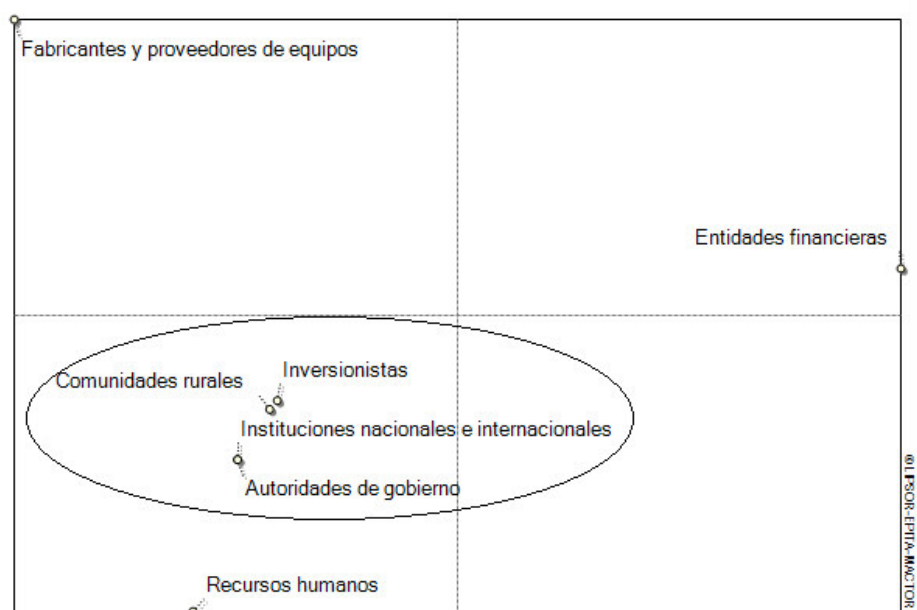


Figura 4.20 Plano de distancias netas entre actores, variable “Participación del sector privado”. Elaboración propia con el Software MACTOR - LIPSOR-EPITA.

II) Variable V1.3: Gestión de los gobiernos

La variable “Gestión de los gobiernos” es considerada clave, y su participación en el estudio, es importante para la búsqueda de la sostenibilidad de los proyectos energéticos focalizados en las zonas rurales con población en situación de pobreza. A continuación se analizan la convergencia y divergencia de sus actores y objetivos relacionados.

a. Actores que influyen en la variable

Para la variable “Gestión de los gobiernos”, se consideraron 5 principales actores (ver Cuadro 4.15).

Cuadro 4.15 Actores de la variable “Gestión de los gobiernos”

Actores	
Act 1	Inversionistas
Act 2	Autoridades de gobierno
Act 3	Comunidades rurales
Act 4	Recursos humanos
Act 5	Instituciones nacionales e internacionales

Fuente. Elaboración propia

Los valores que se muestran en la matriz de influencias directas entre actores (ver Cuadro 4.16), son el resultado del promedio de todas las opiniones de los expertos respecto a la “Gestión de los gobiernos” (ver Anexo 17).

Cuadro 4.16 Matriz de influencias directas entre actores, variable “Gestión de los gobiernos”

Actores		Act1	Act2	Act3	Act4	Act5
Act 1	Inversionistas	0	3	3	2	3
Act 2	Autoridades de gobierno	3	0	2	2	4
Act 3	Comunidades rurales	2	2	0	2	2
Act 4	Recursos humanos	2	2	1	0	1
Act 5	Instituciones nacionales e internacionales	3	3	3	2	0

Fuente. Elaboración propia

Del plano influencia-dependencia de los actores (ver Figura 4.17) se puede determinar que los actores claves con un alto grado de influencia y dependencia son: Autoridades de gobierno e Inversionistas. También se observa que las Comunidades rurales sirven como actor regulador para alcanzar a los actores claves. Los Recursos humanos por su ubicación quedan al margen del comportamiento del sistema. Se observa también que el actor Instituciones nacionales e internacionales pueden ejercer influencia sobre otros actores, especialmente a los claves.

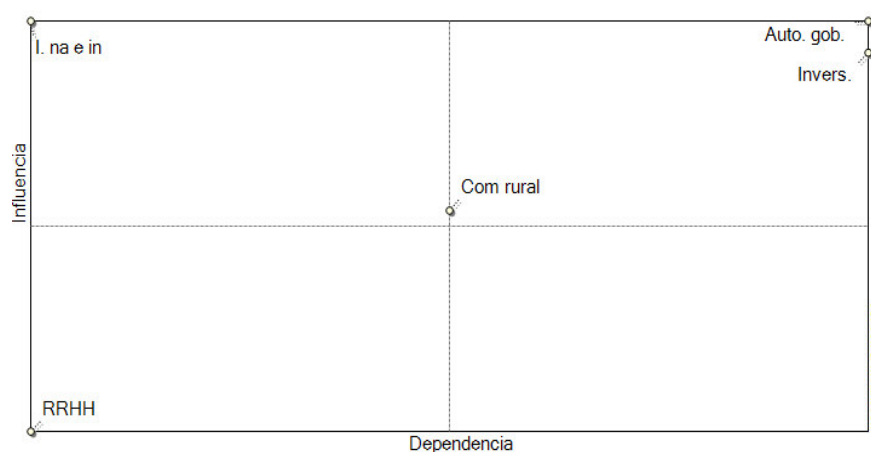


Figura 4.21 Plano de influencia-dependencia de actores para la variable “Gestión de los gobiernos”. Elaboración propia (Software MACTOR - LIPSOR-EPITA).

Las relaciones de fuerza entre actores que resultaron de la “Gestión de los gobiernos” son: Las instituciones nacionales e internacionales (1,21), Autoridades de gobierno (1,14) e Inversionistas (1,08). Estas cifras determinaron la posición de los actores en el plano de influencia-dependencia de actores y representan las más potenciales para la variable.

Cuadro 4.17 Relaciones de Fuerza de Actores (Ri), variable “Gestión de los gobiernos”

	Ri
Inversionistas	1.08
Autoridades de gobierno	1.14
Comunidades rurales	0.94
Recursos humanos	0.62
Instituciones nacionales e internacionales	1.21

Fuente. Elaboración propia (Software.MACTOR LIPSOR-EPITA).

Los resultados de convergencia de objetivos comunes entre actores (ver Figura 4.22 y Cuadro 4.18) indica la existencia de un grupo de convergencia conformado por los actores: Inversionistas (37,4), Autoridades de gobierno (42,6) e Instituciones nacionales e internacionales (39,1).

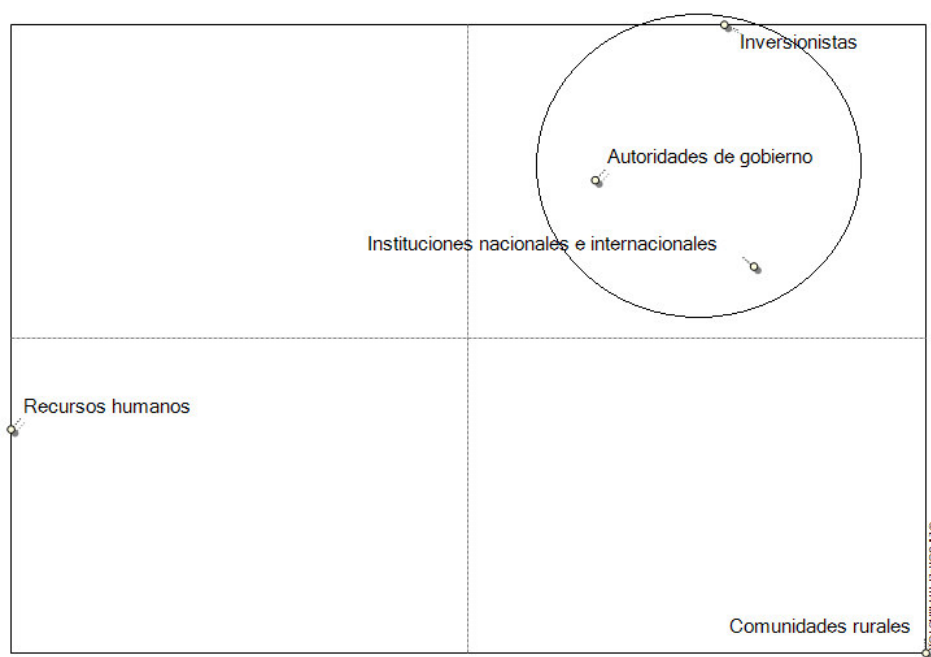


Figura 4.22 Plano de convergencia entre actores orden 3, variable “Gestión de los gobiernos”. Elaboración propia con el Software MACTOR - LIPSOR-EPITA.

Es importante destacar que los actores con menores convergencias son las Comunidades rurales (32,4) y Recursos humanos (29,0).

Cuadro 4.18 Matriz de convergencia entre actores, variable “Gestión de los gobiernos”

	Invers.	Auto. gob.	Com rural	RRHH	I. na e in
Inversionistas	0	12.3	7.9	6.7	10.4
Autoridades de gobierno	12.3	0	9.3	9.3	11.8
Comunidades rurales	7.9	9.3	0	5.6	9.6
Recursos humanos	6.7	9.3	5.6	0	7.3
Instituciones nacionales e internacionales	10.4	11.8	9.6	7.3	0
Número de convergencias	37.4	42.6	32.4	29	39.1

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

En lo que respecta al grado de divergencia del grupo de actores sobre la variable “Gestión de los gobiernos”, resulta que el actor

más divergente es las Comunidades rurales, lo cual significa que tienen mayores desacuerdos con la gestión del gobierno. Los demás actores presentan un nivel bajo de divergencia (ver Cuadro 4.19).

Cuadro 4.19 Matriz de divergencia entre actores, variable “Gestión de los gobiernos”

	Invers.	Auto. gob.	Com rural	RRHH	I. na e in
Inversionistas	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0
Autoridades de gobierno	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0
Comunidades rurales	1.6	1.6	0.0	0.8	1.7
Recursos humanos	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0
Instituciones nacionales e internacionales	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0
Número de divergencias	1.6	1.6	5.6	0.8	1.7
Grado de divergencia (%)	0.0	—	—	—	—

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

El indicador de ambivalencia entre actores (ver Cuadro 4.20) muestran bajos niveles de ambivalencia respecto a los demás, lo cual significa que no hay riesgo de que los actores cambien de posición respecto a un objetivo específico.

Cuadro 4.20 Matriz de ambivalencia de actores, variable “Gestión de los gobiernos”

Actores		EQ3
Act 1	Inversionistas	0,1
Act 2	Autoridades de gobierno	0,1
Act 3	Comunidades rurales	0,3
Act 4	Recursos humanos	0,1
Act 5	Instituciones nacionales e internacionales	0,1

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR

b. Retos estratégicos y objetivos

En esta etapa de construcción de escenarios, los expertos identificaron un reto estratégico relacionado con la variable “Gestión de los gobiernos”, así como sus objetivos asociados (ver Cuadro 4.21).

Cuadro 4.21 Reto estratégico y objetivos asociados, variable “Gestión de los gobiernos”

Reto estratégico	Objetivos asociados	
Promover y desarrollar proyectos energéticos para el desarrollo humano	Obj1	Mejora de la calidad de vida de pobladores en zonas rurales
	Obj2	Coordinación institucional
	Obj3	Inclusión social
	Obj4	Apoyo financiero
	Obj5	Mejora de la normatividad energética

Fuente. Elaboración propia

A continuación se definen cada objetivo:

- **Mejora de la calidad de vida de pobladores en zonas rurales (Obj1):** Mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en zonas rurales, a través del uso de energía y generar oportunidades de trabajo que permita obtener ingresos económicos.
- **Coordinación institucional (Obj2):** Lograr la coordinación entre los diferentes gobiernos central, regional, local para facilitar el desarrollo de proyectos energéticos por parte del sector privado.
- **Inclusión social (Obj3):** Prioridad del gobierno para generar desarrollo en zonas rurales.
- **Apoyo financiero (Obj4):** Recibir apoyo económico y financiero para el desarrollo de proyectos.
- **Mejora de la normatividad energética (Obj5):** Establecer normas adecuadas que permitan promover el desarrollo de proyectos por parte del sector privado.

La matriz de posiciones valoradas entre Actores x Objetivos (ver Cuadro 4.22), muestra el resultado del promedio de todas las opiniones de los expertos respecto a la variable “Gestión de los gobiernos” (ver Anexo 18).

Cuadro 4.22 Matriz de posiciones valoradas entre Actores x Objetivos para la variable “Gestión de los gobiernos”

Actores		Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5
Act 1	Inversionistas	2	2	2	2	1
Act 2	Autoridades de gobierno	3	2	3	2	3
Act 3	Comunidades rurales	4	-1	4	2	0
Act 4	Recursos humanos	1	1	1	1	2
Act 5	Instituciones nacionales e internacionales	3	2	2	0	0

Fuente. Elaboración propia

Para la variable de estudio se observa que los objetivos, Inclusión social y Mejora de la calidad de vida, son los de mayor importancia para los actores.

Se muestra también, que el Apoyo financiero representa un aspecto importante para las autoridades de gobierno (ver Figura 4.23).

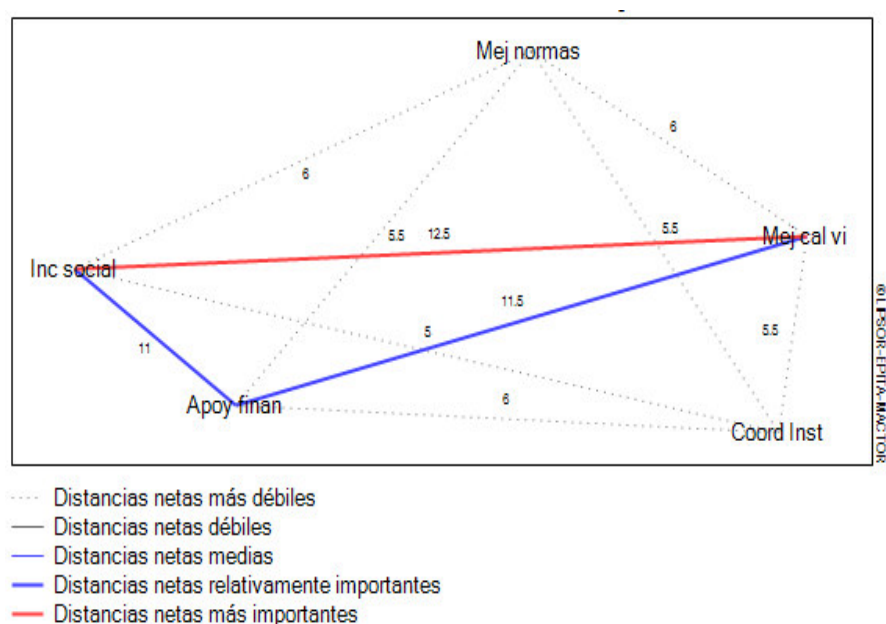


Figura 4.23 Gráfico de distancias netas entre objetivos, variable “Gestión de los gobiernos”. Elaboración propia con el Software MACTOR - LIPSOR-EPITA.

c. Posicionamiento de los actores sobre los objetivos

Para la variable “Gestión de los gobiernos” los resultados indican que los objetivos que presentan mayores acuerdos por parte de los actores son: Mejora de la calidad de vida, Coordinación institucional, Inclusión social y Apoyo financiero (ver Cuadro 4.23).

Cuadro 4.23 Matriz de posiciones simples de Actores x Objetivos (1 MAO), variable “Gestión de los gobiernos”

ACTORES	OBJETIVOS					Suma absoluta
	Mej cal vi	Coord Inst	Inc social	Apoy finan	Mej normas	
Inversionistas	1	1	1	1	1	5
Autoridades de gobierno	1	1	1	1	1	5
Comunidades rurales	1	-1	1	1	0	4
Recursos humanos	1	1	1	1	1	5
Instituciones nacionales e internacionales	1	1	1	1	0	4
Número de acuerdos	5	4	5	5	3	
Número de desacuerdos	0	-1	0	0	0	
Número de posiciones	5	5	5	5	3	

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

La matriz de posiciones valoradas de Actores x Objetivos (2MAO) representa para cada Actor, su valencia sobre cada uno de los Objetivos [favorable (1), opuesto (-1) o indiferente (0)] y su jerarquía. Así también, al final del cuadro para cada Objetivo, el nivel de jerarquía de la opinión de todos los Actores.

Para la variable “Gestión de los gobiernos” los resultados indican, que la Mejora de la calidad de vida (13), Inclusión social (12) y el Apoyo financiero (10), representan los objetivos que han obtenido mayor valoración por parte de los actores, (ver Cuadro 4.24).

Cuadro 4.24 Matriz de posiciones valoradas de Actores x Objetivos (2MAO), variable “Gestión de los gobiernos”

ACTORES	OBJETIVOS					Suma absoluta
	Mej cal vi	Coord Inst	Inc social	Apoy finan	Mej normas	
Inversionistas	2	2	2	2	1	9
Autoridades de gobierno	3	2	3	2	3	13
Comunidades rurales	4	-1	4	2	0	11
Recursos humanos	1	1	1	1	2	6
Instituciones nacionales e internacionales	3	2	2	3	0	10
Número de acuerdos	13	7	12	10	6	
Número de desacuerdos	0	-1	0	0	0	
Número de posiciones	13	8	12	10	6	

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

Para la misma variable se observa, que se mantiene el mismo orden de valoración respecto a la Mejora de la calidad de vida (18,3), Inclusión social (17,1) y el Apoyo financiero (15,3), considerando en este caso las relaciones de fuerza entre actores, (ver Cuadro 4.25).

Cuadro 4.25 Matriz de posiciones ponderadas valorada (3MAO), variable “Gestión de los gobiernos”

ACTORES	OBJETIVOS					Mobilización
	Mej cal vi	Coord Inst	Inc social	Apoy finan	Mej normas	
Inversionistas	3,1	3,1	3,1	3,1	2,0	14,4
Autoridades de gobierno	4,4	3,2	4,4	3,2	4,4	19,5
Comunidades rurales	4,7	0	4,7	2,8	0,9	13,2
Recursos humanos	1,6	1,6	1,6	1,6	2,2	8,4
Instituciones nacionales e internacionales	4,6	3,4	3,4	4,6	0,9	16,9
Número de acuerdos	18,3	11,3	17,1	15,3	10,4	
Número de desacuerdos	0	0	0	0	0	
Grado de movilización	18,3	11,3	17,1	15,3	10,4	

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

Para la variable “Gestión de los gobiernos” se observa que los actores que presentan las mejores relaciones de convergencia y divergencia son: Autoridades de gobierno, Inversionistas e Instituciones nacionales e internacionales (ver Figura 4.24). Considerando este resultado, es necesario implementar las mejores relaciones entre dichos actores, que permita el logro de los objetivos de la variable en estudio.



Figura 4.24 Plano de distancias netas entre actores, variable “Gestión de los gobiernos”. Elaboración propia. Software MACTOR - LIPSOR-EPITA.

III) Variable V2.1: Inversión

La variable “Inversión” representa un aspecto clave para el desarrollo de proyectos energéticos de generación de electricidad en zonas rurales. Las oportunidades para su disponibilidad del recurso económico, son importantes para todos los sectores potenciales inmersos en los proyectos. A continuación se evalúa la convergencia y divergencia de sus actores y objetivos relacionados.

a. Actores que influyen en la variable

Para la variable “Inversión” se consideraron 5 principales actores (ver Cuadro 4.26).

Cuadro 4.26 Actores de la variable “Inversión”

Actores	
Act 1	Inversionistas
Act 2	Autoridades de gobierno
Act 3	Entidades financieras
Act 4	Fabricantes y proveedores de equipos
Act 5	Instituciones nacionales e internacionales

Fuente. Elaboración propia

La matriz de influencias directas entre actores (ver Cuadro 4.27), muestra el resultado del promedio de todas las opiniones de los expertos respecto a la variable “Inversión” (ver Anexo 17).

Cuadro 4.27 Matriz de influencias directas entre actores “Inversión”

Actores		Act1	Act2	Act3	Act4	Act5
Act 1	Inversionistas	0	3	3	2	2
Act 2	Autoridades de gobierno	3	0	2	2	2
Act 3	Entidades financieras	3	2	0	1	2
Act 4	Fabricantes y proveedores de equipos	2	2	1	0	1
Act 5	Instituciones nacionales e internacionales	2	2	3	2	0

Fuente. Elaboración propia

Del plano influencia-dependencia de los actores (ver Figura 4.25) se determinan que los actores claves con un alto grado de influencia y dependencia son: Autoridades de gobierno, Inversionistas y Entidades financieras. Las instituciones nacionales e internacionales pueden ejercer influencia sobre los actores claves. Los Fabricantes y proveedores de equipos quedan al margen del comportamiento del sistema por encontrarse en el IV cuadrante.

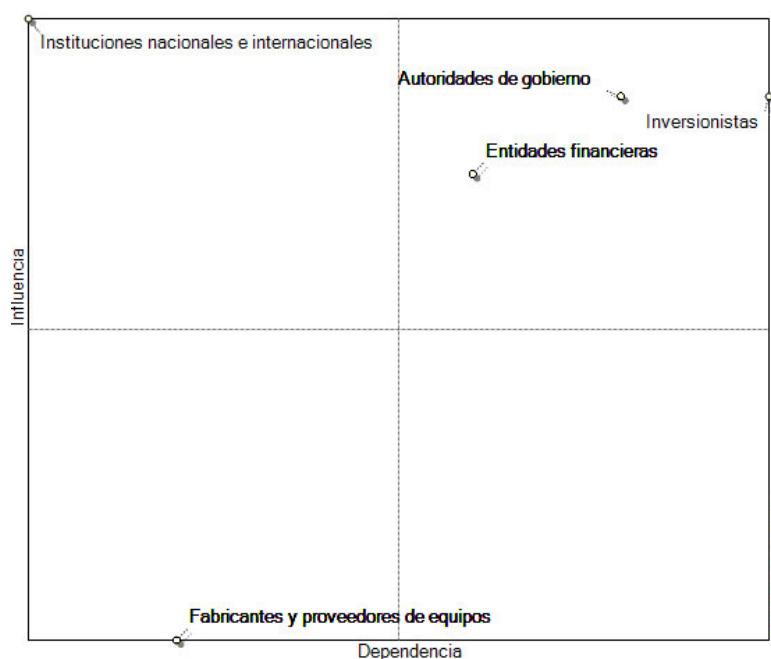


Figura 4.25 Plano de influencia-dependencia de actores para la “Inversión”.
Elaboración propia con el Software MACTOR - LIPSOR-EPITA.

Las relaciones de fuerza entre actores para la variable “Inversión” resultaron: Las instituciones nacionales e internacionales (1,25), Autoridades de gobierno (1,01), Entidades financieras (1,01) e Inversionistas (0,95). Dichos actores representan las más potenciales para la variable.

Cuadro 4.28 Relaciones de fuerza de actores (Ri), variable “Inversión”

	Ri
Inversionistas	0.95
Autoridades de gobierno	1.01
Entidades financieras	1.01
Fabricantes y proveedores de equipos	0.77
Instituciones nacionales e internacionales	1.25

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software. MACTOR

Los resultados de convergencia de objetivos comunes entre actores (ver Figura 4.26 y Cuadro 4.29) muestra la existencia de un grupo de convergencia conformado por los actores: Instituciones nacionales e internacionales (36,8), Entidades financieras (30,9) y Autoridades de gobierno (30,9).

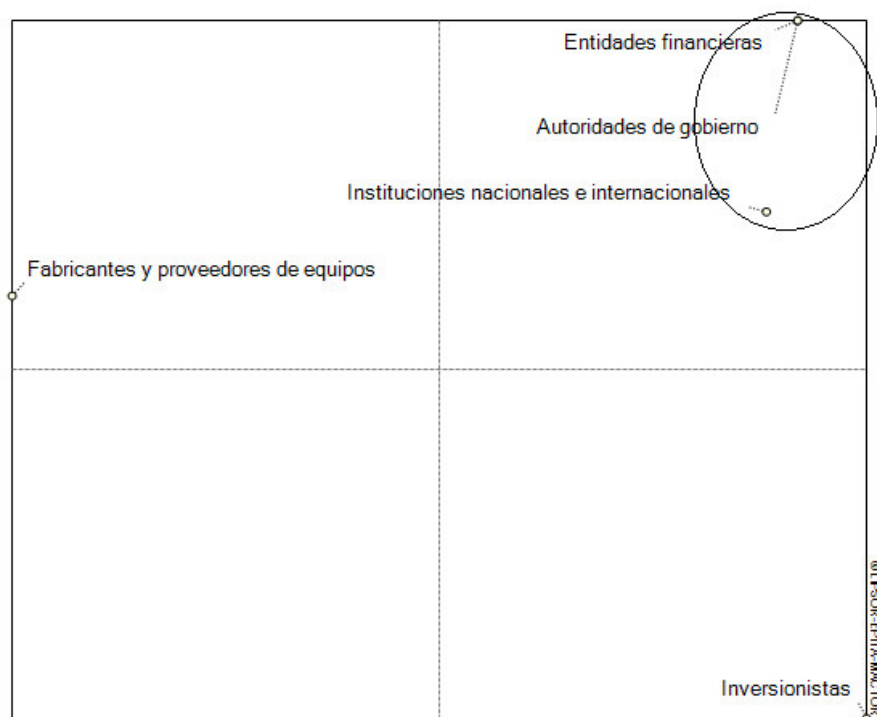


Figura 4.26 Plano de convergencia entre actores orden 3, variable “Inversión”.
Elaboración propia con el Software MACTOR - LIPSOR-EPITA.

El actor con menor convergencia resulto los Fabricantes y proveedores de equipos con una valoración (21,1).

Cuadro 4.29 Matriz de convergencia entre actores, variable “Inversión”

ACTORES	Invers.	Auto gobie	Enti finan	Prove equi	I. na e in
Inversionistas	0	7,4	7,4	4,4	9,6
Autoridades de gobierno	7,4	0	8,1	5,1	10,3
Entidades financieras	7,4	8,1	0	5,1	10,3
Fabricantes y proveedores de equipos	4,4	5,1	5,1	0	6,5
Instituciones nacionales e internacionales	9,6	10,3	10,3	6,5	0
Número de convergencias	28,8	30,9	30,9	21,1	36,8

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

La variable “Inversión” no presenta divergencias entre sus actores (ver Cuadro 4.30), lo cual significa que ellos están de acuerdo con los objetivos para el logro del reto estratégico.

Cuadro 4.30 Matriz de divergencia entre actores, variable “Inversión”

	Invers.	Auto gobie	Enti finan	Prove equi	I. na e in
Inversionistas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Autoridades de gobierno	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Entidades financieras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fabricantes y proveedores de equipos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Instituciones nacionales e internacionales	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Número de divergencias	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Grado de divergencia (%)	0.0	–	–	–	–

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

La no existencia de divergencia entre actores se corrobora con el indicador de ambivalencia, resultando también un valor nulo (ver Cuadro 4.31).

Cuadro 4.31 Matriz de ambivalencia de actores, variable “Inversión”

Actores		EQ3
Act 1	Inversionistas	0,0
Act 2	Autoridades de gobierno	0,0
Act 3	Entidades financieras	0,0
Act 4	Fabricantes y proveedores de equipos	0,0
Act 5	Instituciones nacionales e internacionales	0,0

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software. MACTOR

b. Retos estratégicos y objetivos

A continuación se presenta para la variable “Inversión” su reto estratégico con sus objetivos asociados.

Cuadro 4.32 Reto Estratégico y Objetivos asociados, variable “Inversión”

Reto estratégico	Objetivos asociados	
Mejor alternativa técnico-económico de proyectos de generación de electricidad con ERNC	Obj1	Proyectos energéticos económicos y sostenibles
	Obj2	Apoyo económico de los gobiernos
	Obj3	Recursos económicos del sector privado
	Obj4	Recursos económicos de las comunidades

Fuente. Elaboración propia

A continuación se definen cada objetivo:

- **Proyectos energéticos económicos y sostenibles (Obj1):** Seleccionar la mejor alternativa técnico-económica que satisfaga los requerimientos de dar electricidad a las zonas rurales.
- **Apoyo económico de los gobiernos (Obj2):** Apoyo económico para las inversiones en proyectos energéticos en zonas rurales mediante ERNC provenientes de los gobiernos central y locales.
- **Recursos económicos del sector privado (Obj3):** Nivel de recursos económicos para las inversiones en proyectos energéticos en zonas rurales mediante ERNC provenientes del sector privado.
- **Recursos económicos de las comunidades (Obj4):** Nivel de recursos económicos para las inversiones en proyectos energéticos en zonas rurales mediante ERNC provenientes de las comunidades.

La matriz de posiciones valoradas entre Actores x Objetivos (ver Cuadro 4.33), muestra el resultado del promedio de todas las

opiniones de los expertos respecto a la variable “Inversión” (ver Anexo 18).

Cuadro 4.33 Matriz de posiciones valoradas entre Actores x Objetivos para la variable “Inversión”

Actores		Obj1	Obj2	Obj3	Obj4
Act 1	Inversionistas	3	1	2	1
Act 2	Autoridades de gobierno	3	2	2	1
Act 3	Entidades financieras	3	1	3	1
Act 4	Fabricantes y proveedores de equipos	1	1	2	0
Act 5	Instituciones nacionales e internacionales	3	2	3	2

Fuente. Elaboración propia

Para la variable, los objetivos que presentan mejor aceptación entre los actores son: los proyectos energéticos económicos y sostenibles y los recursos económicos del sector privado. (ver Figura 4.27). Este resultado sugiere, que el sector privado es el indicado para el desarrollo de los proyectos en vez de los gobiernos del estado.

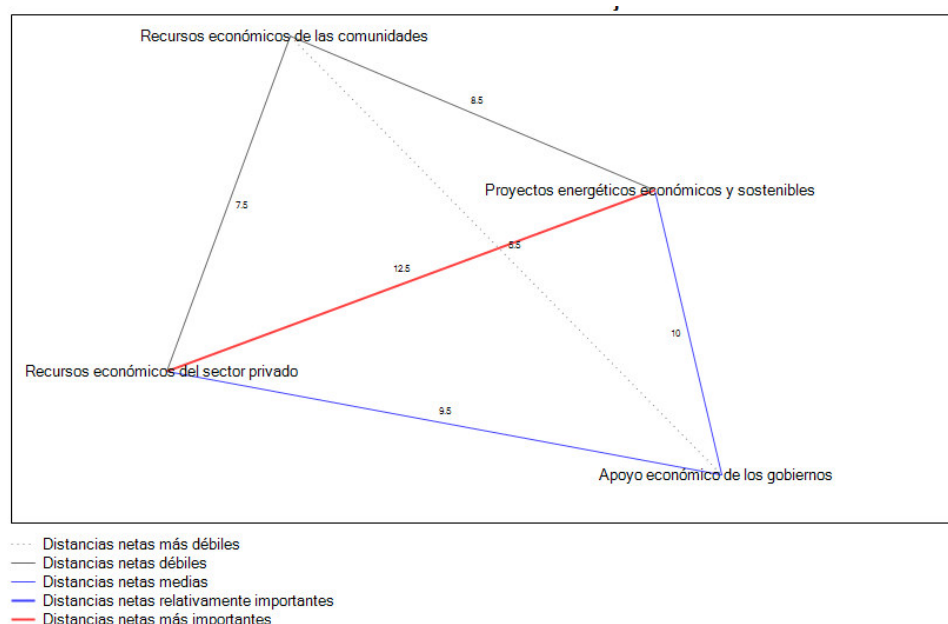


Figura 4.27 Gráfico de distancias netas entre objetivos, variable “Inversión”.
Elaboración propia con el Software MACTOR - LIPSOR-EPITA.

c. Posicionamiento de los actores sobre los objetivos

Para la variable “Inversión” solamente el objetivo Recursos económicos de las comunidades presenta un desacuerdo, sin embargo, las restantes mostraron un 100% de acuerdos a los objetivos (ver Cuadro 4.34).

Cuadro 4.34 Matriz de posiciones simples de Actores x Objetivos (1 MAO), variable “Inversión”

ACTORES	OBJETIVOS				Suma absoluta
	Acceso sector privado	Re eco sp	Re eco com		
Inversionistas	1	1	1	1	4
Autoridades de gobierno	1	1	1	1	4
Entidades financieras	1	1	1	1	4
Fabricantes y proveedores de equipos	1	1	1	0	3
Instituciones nacionales e internacionales	1	1	1	1	4
Número de acuerdos	5	5	5	4	
Número de desacuerdos	0	0	0	0	
Número de posiciones	5	5	5	4	

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

También para la variable “Inversión”, los objetivos que han obtenido mayor valoración por parte de los actores son: Proyectos energéticos económicos y sostenibles (13) y Recursos económicos del sector privado (12), mientras que para el objetivo Recursos económicos de las comunidades, se obtuvo la menor valoración (5), (ver Cuadro 4.35). Estos resultados implican que los expertos valoran más que los proyectos estén en manos del sector privado.

Cuadro 4.35 Matriz de posiciones valoradas de Actores x Objetivos (2MAO), variable “Inversión”

ACTORES	OBJETIVOS				Suma absoluta
	Py ene eco	Apoy eco	Re eco sp	Re eco com	
Inversionistas	3	1	2	1	7
Autoridades de gobierno	3	2	2	1	8
Entidades financieras	3	1	3	1	8
Fabricantes y proveedores de equipos	1	1	2	0	4
Instituciones nacionales e internacionales	3	2	3	2	10
Número de acuerdos	13	7	12	5	
Número de desacuerdos	0	0	0	0	
Número de posiciones	13	7	12	5	

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

Se observa también, que se mantiene el mismo orden de valoración respecto a los Proyectos energéticos económicos y sostenibles (13,5) y Recursos económicos del sector privado (12,3), considerando las relaciones de fuerza entre actores, (ver Cuadro 4.36).

Cuadro 4.36 Matriz de posiciones ponderadas valorada (3MAO), variable “Inversión”

ACTORES	OBJETIVOS				Mobilizacion
	Py ene eco	Apoy eco	Re eco sp	Re eco com	
Inversionistas	2.9	1	1.9	1	6.7
Autoridades de gobierno	3	2	2	1	8.1
Entidades financieras	3	1	3	1	8.1
Fabricantes y proveedores de equipos	0.8	0.8	1.5	0	3.1
Instituciones nacionales e internacionales	3.8	2.5	3.8	2.5	12.5
Número de acuerdos	13.5	7.3	12.3	5.5	
Número de desacuerdos	0	0	0	0	
Grado de mobilizacion	13.5	7.3	12.3	5.5	

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

Para la variable “Inversión” se observa que los actores con mejores relaciones de convergencia son: las Autoridades de gobierno, las Instituciones nacionales e internacionales y las Entidades financieras (ver Figura 4.28). Del resultado, es importante analizar los niveles de participación en el corto, mediano y largo plazo para lograr los objetivos definidos de la variable en estudio.



Figura 4.28 Plano de distancias netas entre actores, variable “Inversión”.
Elaboración propia con el Software MACTOR - LIPSOR-EPITA.

IV) Variable V2.2: Financieros

La variable “Financieros” representa las diferentes alternativas financieras para obtener los recursos económicos que permita invertir en proyectos energéticos. Los socios estratégicos en este sector son claves para cubrir los costos que representan los equipos e ingeniería para el desarrollo de proyectos utilizando las ERNC. A continuación se evalúa la convergencia y divergencia de sus actores y objetivos relacionados.

a. Actores que influyen en la variable

Para la variable “Financieros”, se consideraron 4 actores (ver Cuadro 4.37).

Cuadro 4.37 Actores de la variable “Financieros”

Actores	
Act 1	Inversionistas
Act 2	Autoridades de gobierno
Act 3	Entidades financieras
Act 4	Instituciones nacionales e internacionales

Fuente. Elaboración propia

La matriz de influencias directas entre actores (ver Cuadro 4.38), muestra el resultado del promedio de todas las opiniones de los expertos respecto a la variable “Financieros” (ver Anexo 17).

Cuadro 4.38 Matriz de influencias directas entre actores, variable “Financieros”

Actores		Act1	Act2	Act3	Act4
Act 1	Inversionistas	0	2	3	2
Act 2	Autoridades de gobierno	3	0	3	3
Act 3	Entidades financieras	4	2	0	2
Act 5	Instituciones nacionales e internacionales	3	3	3	0

Fuente. Elaboración propia

resultaron: las Entidades financieras con (0,74) y los Inversionistas con (0,65).

Cuadro 4.39 Relaciones de fuerza de actores (Ri), variable “Financieros”

	Ri
Inversionistas	0.65
Autoridades de gobierno	1.31
Entidades financieras	0.74
Instituciones nacionales e internacionales	1.31

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software. MACTOR

De los resultados de convergencia de objetivos comunes entre actores (ver Figura 4.30 y Cuadro 4.40) se observa, que no existe grupos de convergencia de actores, todos se encuentran dispersos con cifras de valoración cercanas entre ellos: Instituciones nacionales e internacionales (14,9), Autoridades de gobierno (12,2), Inversionistas (11,6) y las Entidades financieras con (11,3). Ello implica la necesidad de buscar mayores convergencias de objetivos comunes entre los actores.



Figura 4.30 Plano de convergencia entre actores orden 3, variable “Financieros”.
Elaboración propia con el Software MACTOR - LIPSOR-EPITA.

Cuadro 4.40 Matriz de convergencia entre actores, variable “Financieros ”

ACTORES	Invers.	Auto gobie	Enti finan	I. na e in
Inversionistas	0	3.6	3.1	4.9
Autoridades de gobierno	3.6	0	3.4	5.2
Entidades financieras	3.1	3.4	0	4.7
Instituciones nacionales e internacionales	4.9	5.2	4.7	0
Número de convergencias	11.6	12.2	11.3	14.9

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

En lo que respecta al nivel de divergencias y ambivalencia entre sus actores para la variable “Financieras”, se obtuvo que no existe ninguna de las dos (ver Cuadro 4.41 y 4.42).

Cuadro 4.41 Matriz de divergencia entre actores, variable “Financieros”

	Invers.	Auto gobie	Enti finan	I. na e in
Inversionistas	0.0	0.0	0.0	0.0
Autoridades de gobierno	0.0	0.0	0.0	0.0
Entidades financieras	0.0	0.0	0.0	0.0
Instituciones nacionales e internacionales	0.0	0.0	0.0	0.0
Número de divergencias	0.0	0.0	0.0	0.0
Grado de divergencia (%)	0.0	–	–	–

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

Cuadro 4.42 Matriz de ambivalencia de actores, variable “Financieros”

Actores		EQ3
Act 1	Inversionistas	0,0
Act 2	Autoridades de gobierno	0,0
Act 3	Entidades financieras	0,0
Act 4	Instituciones nacionales e internacionales	0,0

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software. MACTOR

b. Retos estratégicos y objetivos

A continuación se presenta para la variable “Financieros” su reto estratégico con sus objetivos asociados.

Cuadro 4.43 Reto estratégico y objetivos asociados, variable “Financieros”

Reto estratégico	Objetivos asociados	
Acceso al financiamiento para el desarrollo de proyectos energéticos en zonas rurales en situación de pobreza	Obj1	Acceso del sector privado al financiamiento de proyectos energéticos para zonas rurales
	Obj2	Acceder a las menores tasas de préstamo

Fuente. Elaboración propia

A continuación se definen cada uno de los objetivos:

- **Acceso para el sector privado al financiamiento de proyectos energéticos para zonas rurales (Obj1):** Obtención de recursos financieros para impulsar el desarrollo de proyectos energéticos.
- **Acceder a las menores tasas de préstamo (Obj2):** El sector financiero concede préstamo a empresas con tasa que fomentan la inversión.

La matriz de posiciones valoradas entre Actores x Objetivos (ver Cuadro 4.44), muestra el resultado del promedio de todas las opiniones de los expertos respecto a la variable “Financieros” (ver Anexo 18).

Cuadro 4.44 **Matriz de posiciones valoradas entre Actores x Objetivos para la variable “Financieros”**

Actores		Obj1	Obj2
Act 1	Inversionistas	3	2
Act 2	Autoridades de gobierno	2	1
Act 3	Entidades financieras	3	1
Act 4	Instituciones nacionales e internacionales	3	2

Fuente. Elaboración propia

Para la variable “Financieros” los dos objetivos definidos en el estudio, presentan poco acercamiento o relación entre ellos (ver Figura 4.31), por consiguiente, existe la necesidad de evaluar alternativas para que tengan mayor congruencia.

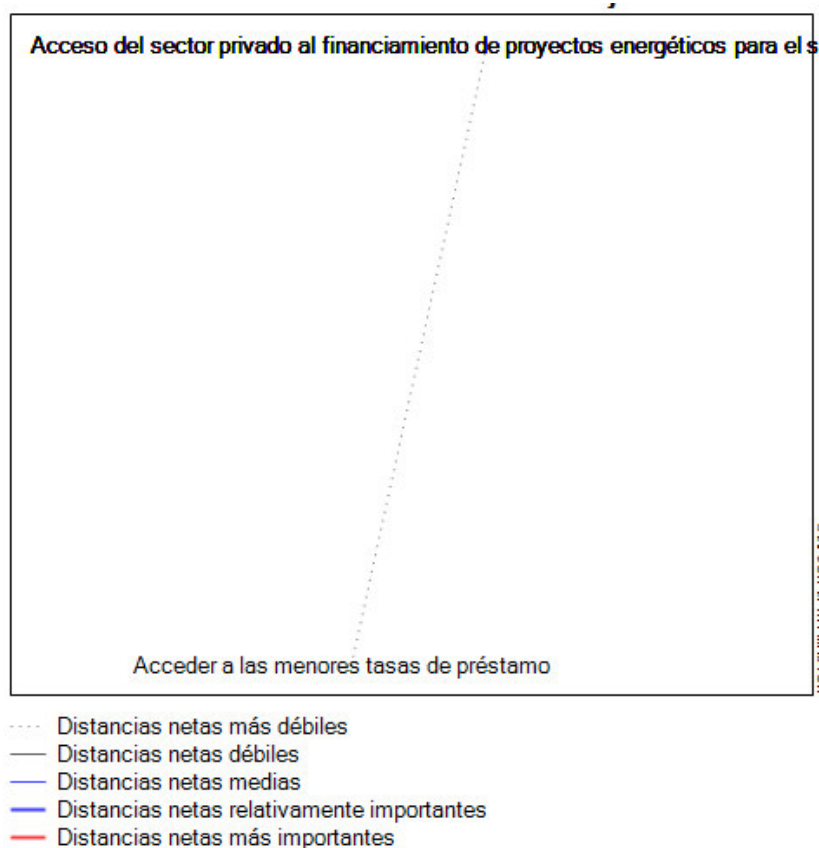


Figura 4.31 Gráfico de distancias netas entre objetivo, variable “Financieros”.

Elaboración propia con el Software MACTOR - LIPSOR-EPITA.

c. Posicionamiento de los actores sobre los objetivos

Para la variable “Financieros” todos los actores están de acuerdo con ambos objetivos (ver Cuadro 4.45); el resultado complementa a las distancias netas entre objetivos, corroborando la necesidad de hacerlas más convergentes.

Cuadro 4.45 Matriz de posiciones simples de Actores x Objetivos (1 MAO), variable “Financieros”

ACTORES	OBJETIVOS		Suma absoluta
	Acceso sector privado financ proyectos	Acceder menores tasas préstamo	
Inversionistas	1	1	2
Autoridades de gobierno	1	1	2
Entidades financieras	1	1	2
Instituciones nacionales e internacionales	1	1	2
Número de acuerdos	4	4	
Número de desacuerdos	0	0	
Número de posiciones	4	4	

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

Para la misma variable, el objetivo más valorado por parte de los actores resultó el “Acceso del sector privado al financiamiento de proyectos energéticos para zonas rurales” (11), mientras que el segundo objetivo obtuvo la valoración de (6). El resultado implica que los expertos valoran más al acceso al financiamiento que a las menores tasas de préstamo.

Cuadro 4.46 Matriz de posiciones valoradas de Actores x Objetivos (2MAO), variable “Financieros”

ACTORES	OBJETIVOS		Suma absoluta
	Acceso sector privado	Acceder menores tasas	
Inversionistas	3	2	5
Autoridades de gobierno	2	1	3
Entidades financieras	3	1	4
Instituciones nacionales e internacionales	3	2	5
Número de acuerdos	11	6	
Número de desacuerdos	0	0	
Número de posicioones	11	6	

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

Así también, se mantiene el mismo orden de valoración considerando las relaciones de fuerza entre actores, (ver Cuadro 4.47).

Cuadro 4.47 Matriz de posiciones ponderadas valorada (3MAO), variable “Financieros”

ACTORES	OBJETIVOS		Mobilizacion
	Acceso sector privado	Acceder menores tasas	
Inversionistas	1.9	1.3	3.2
Autoridades de gobierno	2.6	1.3	3.9
Entidades financieras	2.2	0.7	3
Instituciones nacionales e internacionales	3.9	2.6	6.5
Número de acuerdos	10.7	6	
Número de desacuerdos	0	0	
Grado de mobilización	10.7	6	

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

Finalmente los actores con mejores relaciones de convergencia para la variable “Financiero” son: los Inversionistas y las Instituciones nacionales e internacionales (ver Figura 4.32). Del resultado, es importante destacar la necesidad de relacionar a las Entidades financieras y Autoridades de gobierno con los

Inversionistas en el mediano y largo plazo para lograr viabilizar los proyectos deseados.

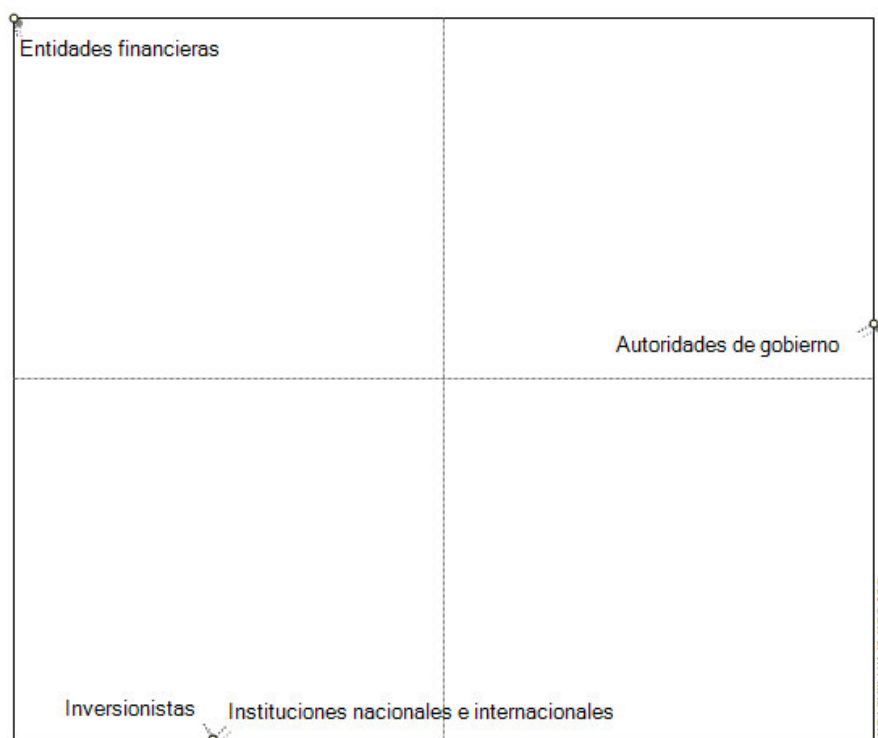


Figura 4.32 **Plano de distancias netas entre actores, variable “Financieros”**. Elaboración propia con el Software MACTOR - LIPSOR-EPITA.

V) Variable V3.1: Recursos energéticos renovables

La variable “Recursos energéticos renovables”, representa la identificación, disponibilidad y aprovechamiento del potencial de las energías renovables en la zona de influencia del país. Su evaluación de convergencias y divergencias de sus actores y objetivos relacionados, contribuirá a reconocer las fortalezas y debilidades del diagnóstico del estudio.

a. Actores que influyen en la variable

Para la variable “Recursos energéticos renovables”, se consideraron 4 actores (ver Cuadro 4.48).

Cuadro 4.48 Actores de la variable “Recursos energéticos renovables”

Actores	
Act 1	Inversionistas
Act 2	Autoridades de gobierno
Act 3	Recursos humanos

Fuente. Elaboración propia

La matriz de influencias directas entre actores (ver Cuadro 4.49), muestra el resultado del promedio de todas las opiniones de los expertos respecto a la variable “Recursos energéticos renovables” (ver Anexo 17).

Cuadro 4.49 Matriz de influencias directas entre actores “Recursos energéticos renovables”

Actores		Act1	Act2	Act3
Act 1	Inversionistas	0	2	1
Act 2	Autoridades de gobierno	3	0	1
Act 3	Recursos humanos	2	1	0

Fuente. Elaboración propia

El plano influencia-dependencia de actores (ver Figura 4.33) muestra que el actor clave para la variable en estudio son las Autoridades de gobierno por ubicarse en el segundo cuadrante. Para producir cambios en el sistema, se debe actuar sobre el actor Recursos humanos por su alto nivel de motricidad, mientras que los Inversionistas influyen con el apoyo de otros actores. Por consiguiente, hay que capacitar a los Recursos humanos quienes conforman a los inversionistas y Autoridades de gobierno en la búsqueda de oportunidades de aprovechamiento de los recursos energéticos del país.

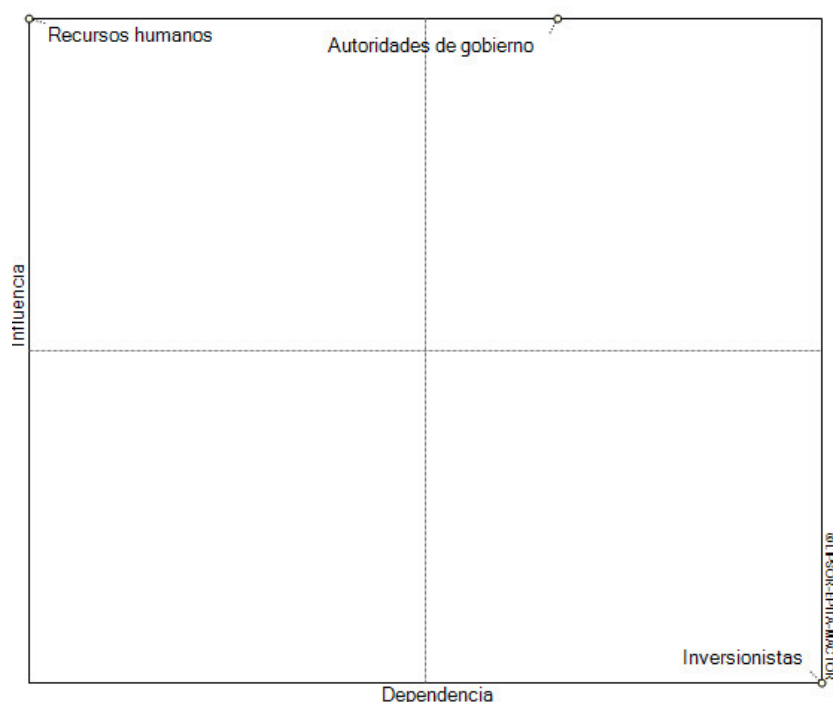


Figura 4.33 Plano de Influencia-Dependencia de actores para la “Recursos energéticos renovables”. Elaboración propia con el Software MACTOR.

Es importante destacar los resultados del parámetro “**Ri**” (ver Cuadro 4.50), donde indica las relaciones de fuerza entre actores. Los Recursos humanos con (1,52) presenta una intensidad fuerte respecto a las Autoridades de gobierno (0,95). Así también, los Inversionistas son los que presentan una intensidad débil, respecto a los demás, significando su desinterés en invertir en este tipo de proyectos.

Cuadro 4.50 Relaciones de Fuerza de Actores (**Ri**). MACTOR “Recursos energéticos renovables”

	Ri
Inversionistas	0.53
Autoridades de gobi	0.95
Recursos humanos	1.52

Fuente. Elaboración propia utilizando Software. MACTOR LIPSOR-EPITA

De los resultados de convergencia de objetivos comunes entre actores (ver Figura 4.34 y Cuadro 4.51) se observa que los actores presentan niveles próximos de convergencia: Recursos

humanos (9,8), Autoridades de gobierno (9,1) e Inversionistas (8,1). Es recomendable buscar mayor aproximación entre los actores para sumar esfuerzos.

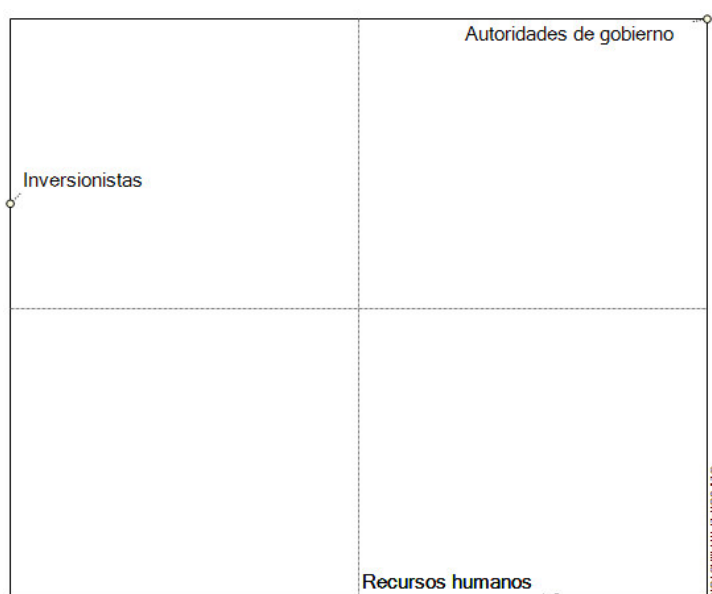


Figura 4.34 Plano de convergencia entre actores orden 3. "Recursos energéticos renovables". Elaboración propia. MACTOR.

Cuadro 4.51 Matriz de Convergencia entre Actores. MACTOR. "Financieros "

ACTORES	Inversionistas	Autoridades de gobierno	Recursos humanos
Inversionistas	0	3,7	4,4
Autoridades de gobierno	3,7	0	5,4
Recursos humanos	4,4	5,4	0
Número de convergencias	8,1	9,1	9,8

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

La variable "Recursos energéticos renovables" no presenta divergencias y ambivalencia entre sus actores (ver Cuadro 4.52 y 4.53).

Cuadro 4.52 Matriz de divergencia entre actores. "Recursos energéticos renovables"

	Invers.	Auto gobie	Re human
Inversionistas	0.0	0.0	0.0
Autoridades de gobierno	0.0	0.0	0.0
Recursos humanos	0.0	0.0	0.0
Número de divergencias	0.0	0.0	0.0
Grado de divergencia (%)	0.0	—	—

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

Cuadro 4.53 Matriz de ambivalencia de actores. “Recursos energéticos renovables”

Actores		EQ3
Act 1	Inversionistas	0,0
Act 2	Autoridades de gobierno	0,0
Act 3	Recursos humanos	0,0

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software. MACTOR

b. Retos estratégicos y objetivos

A continuación se presenta para la variable “Recursos energéticos renovables” su reto estratégico con sus objetivos asociados.

Cuadro 4.54 Reto estratégico y Objetivos asociados. “Recursos energéticos renovables”

Reto estratégico	Objetivos asociados	
Identificar los mayores potenciales energéticos en zonas rurales, para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad con ERNC	Obj1	Identificar y aprovechar las fuentes energéticas renovables del país.
	Obj2	Reconocer oportunidades de proyectos energéticos en zonas rurales

Fuente. Elaboración propia

A continuación se definen cada objetivo asociado al reto estratégico:

- **Identificar y aprovechar las fuentes energéticas renovables del país (Obj1):** Aprovechar las ERNC para generar electricidad.
- **Reconocer oportunidades de proyectos energéticos en zonas rurales (Obj2):** Reconocer los mayores potenciales de aprovechamiento de ERNC para generar electricidad.

La matriz de posiciones valoradas entre Actores x Objetivos (ver Cuadro 4.55), muestra el resultado del promedio de todas las

opiniones de los expertos respecto a la variable “Recursos energéticos renovables” (ver Anexo 18).

Cuadro 4.55 Matriz de posiciones valoradas entre Actores x Objetivos para la variable “Recursos energéticos renovables”

Actores		Obj1	Obj2
Act 1	Inversionistas	2	3
Act 2	Autoridades de gobierno	3	2
Act 3	Recursos humanos	2	2

Fuente. Elaboración propia

Los dos objetivos definidos para la variable “Recursos energéticos renovables” son congruentes (ver Figura 4.35), ello significa, que los actores están de acuerdo de los beneficios que representa para el país y la sociedad rural.

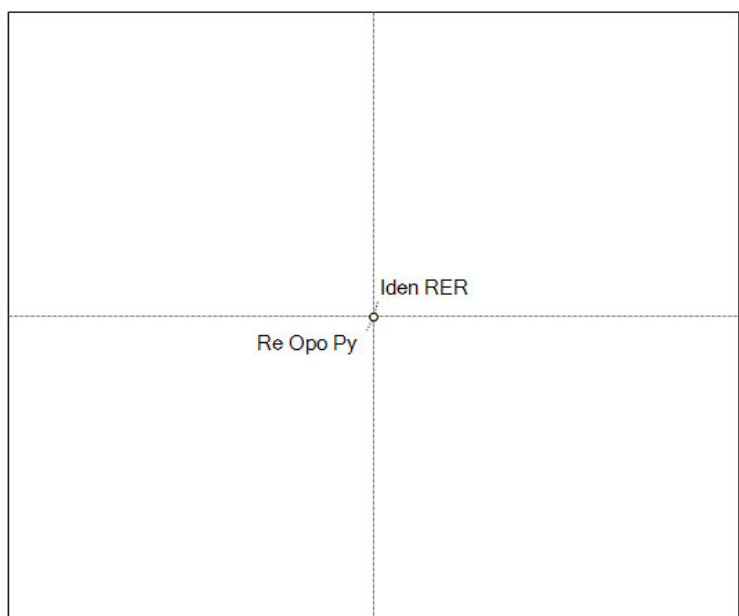


Figura 4.35 Plano de distancias netas entre objetivos. “Recursos energéticos renovables”. Elaboración propia Software MACTOR – LIPSOR.

c. Posicionamiento de los actores sobre los objetivos

Para la variable “Recursos energéticos renovables” todos los actores concuerdan con ambos objetivos (ver Cuadro 4.56); el resultado complementa a las distancias netas entre objetivos.

Cuadro 4.56 Matriz de posiciones simples de Actores x Objetivos (1 MAO). MACTOR “Recursos energéticos renovables”

ACTORES	OBJETIVOS		Suma absoluta
	Identificar y aprovechar las fuentes energéticas renovables del país	Reconocer oportunidades de proyectos energéticos en zonas rurales	
Inversionistas	1	1	2
Autoridades de gobierno	1	1	2
Recursos humanos	1	1	2
Número de acuerdos	3	3	
Número de desacuerdos	0	0	
Número de posiciones	3	3	

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

Para la variable “Recursos energéticos renovables” los dos objetivos resultaron valorados con el mismo nivel (ver Cuadro 5.57). Así también, se mantiene el mismo orden de valoración considerando las relaciones de fuerza entre actores, (ver Cuadro 4.58).

Cuadro 4.57 Matriz de posiciones valoradas de Actores x Objetivos (2MAO). MACTOR “Recursos energéticos renovables”

ACTORES	OBJETIVOS		Suma absoluta
	Iden RER	Re Opo Py	
Inversionistas	2	3	5
Autoridades de gobierno	3	2	5
Recursos humanos	2	2	4
Número de acuerdos	7	7	
Número de desacuerdos	0	0	
Número de posiciones	7	7	

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

Cuadro 4.58 Matriz de posiciones ponderadas valorada (3MAO). “Recursos energéticos renovables”

ACTORES	OBJETIVOS		Mobilización
	Iden RER	Re Opo Py	
Inversionistas	1.1	1.6	2.6
Autoridades de gobierno	2.9	1.9	4.8
Recursos humanos	3	3	6.1
Número de acuerdos	7	6.5	
Número de desacuerdos	0	0	
Grado de movilización	7	6.5	

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

Finalmente para la variable “Recursos energéticos renovables” se observa que los actores mantienen distancias dispensas similares a su convergencia (ver Figura 4.36). De acuerdo a los resultados, existe la necesidad de relacionarlos en el corto y mediano plazo, especialmente los Recursos humanos que son importantes para todos los procesos del proyecto.

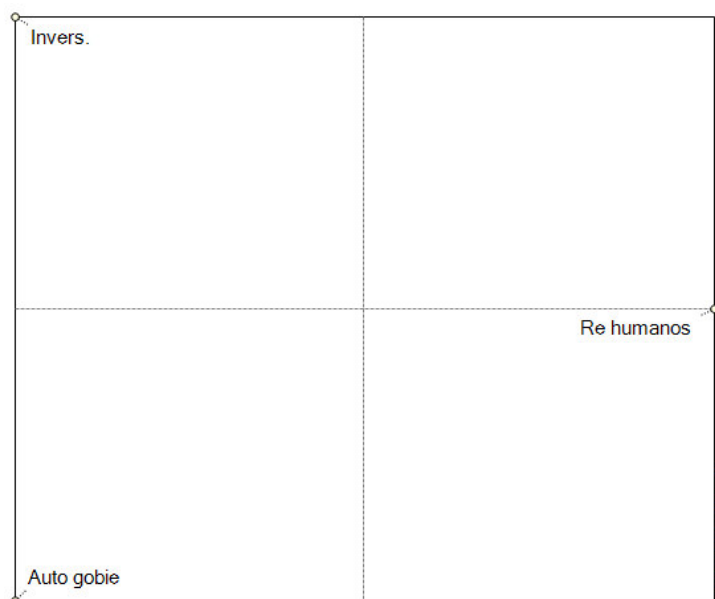


Figura 4.36 **Plano de distancias netas entre actores. “Recursos energéticos renovables”.** Elaboración propia Software MACTOR - LIPSOR

VI) Variable V3.2: Ambiental

La variable “Ambiental” representa el impacto positivo y/o negativo al medio ambiente de la implementación de proyectos energéticos utilizando ERNC. Analizar sus fortalezas y barreras de la variable es importante, porque permite contribuir al desarrollo de los proyectos por su impacto en la sociedad y el mundo.

a. Actores que influyen en la variable

Para la variable “Ambiental”, se consideraron los siguientes 4 actores:

Cuadro 4.59 Actores de la variable “Ambiental”

Actores	
Act 1	Inversionistas
Act 2	Autoridades de gobierno
Act 3	Comunidades rurales
Act 4	Instituciones nacionales e internacionales

Fuente. Elaboración propia

La matriz de influencias directas entre actores (ver Cuadro 4.60), muestra el resultado del promedio de todas las opiniones de los expertos respecto a la variable “Ambiental” (ver Anexo 17).

Cuadro 4.60 Matriz de influencias directas entre actores, variable “Ambiental”

Actores		Act1	Act2	Act3	Act4
Act 1	Inversionistas	0	2	2	3
Act 2	Autoridades de gobierno	3	0	3	3
Act 3	Comunidades rurales	2	2	0	2
Act 4	Instituciones nacionales e internacionales	3	3	3	0

Fuente. Elaboración propia

El plano influencia-dependencia de actores (ver Figura 4.37), muestra que los actores claves para la variable en estudio son: las Autoridades de gobierno, las Instituciones nacionales e internacionales y los inversionistas, por disponer de un alto nivel de motricidad o influencia. Sin embargo, el actor Comunidades rurales, por su ubicación, se le califica como sensible, por su nivel de dependencia, debiendo actuar a través de las que dependen por ejemplo las Autoridades de gobierno. Por consiguiente, los actores claves identificados, serán quienes aporten con mayor intensidad a la variable Ambiental.

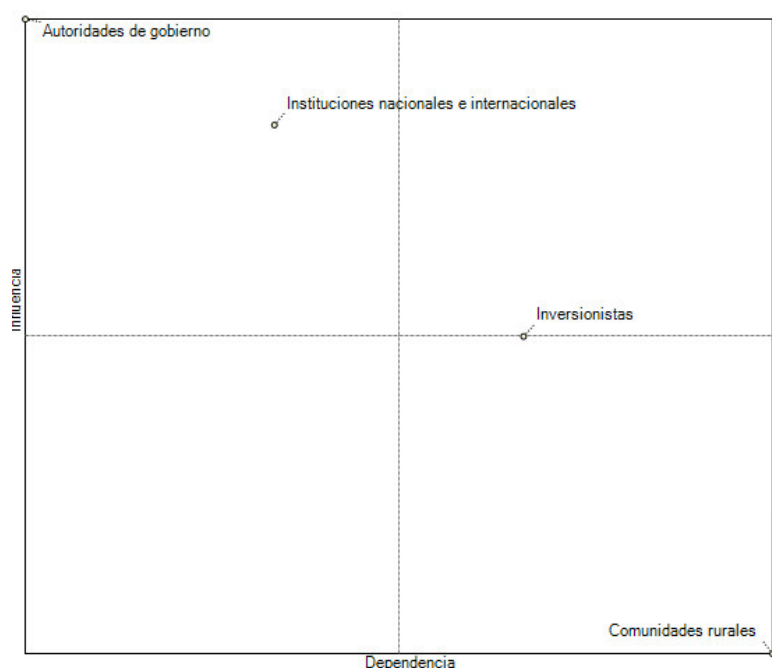


Figura 4.37 **Plano de Influencia-Dependencia de actores para la variable “Ambiental”**. Elaboración propia Software MACTOR.

Los resultados del parámetro “**Ri**” (ver Cuadro 4.61) muestra, que los actores que presentan buen nivel de relaciones de fuerza, son las Autoridades de gobierno con (1,27) y las Instituciones nacionales e internacionales con (1,07). Estos resultados permiten reconocer que dichos actores son aquellos con quienes se deben potenciar los beneficios de la variable ambiental.

Cuadro 4.61 **Relaciones de fuerza de actores (Ri). MACTOR “Ambiental”**

	Ri
Inversionistas	0.94
Autoridades de gobierno	1.27
Comunidades rurales	0.72
Instituciones nacionales e internacionales	1.07

Fuente. Elaboración propia. Software. MACTOR

De los resultados de convergencia de objetivos comunes entre actores (ver Figura 4.38 y Cuadro 4.62), se observa que los actores que presentan mayor nivel de convergencia son: las Autoridades de gobierno con (18,3) y las Instituciones nacionales e internacionales con (17,0). Para el caso de los Inversionistas

con (14,4), es recomendable buscar su aproximación entre los actores de mayor convergencia indicadas anteriormente.

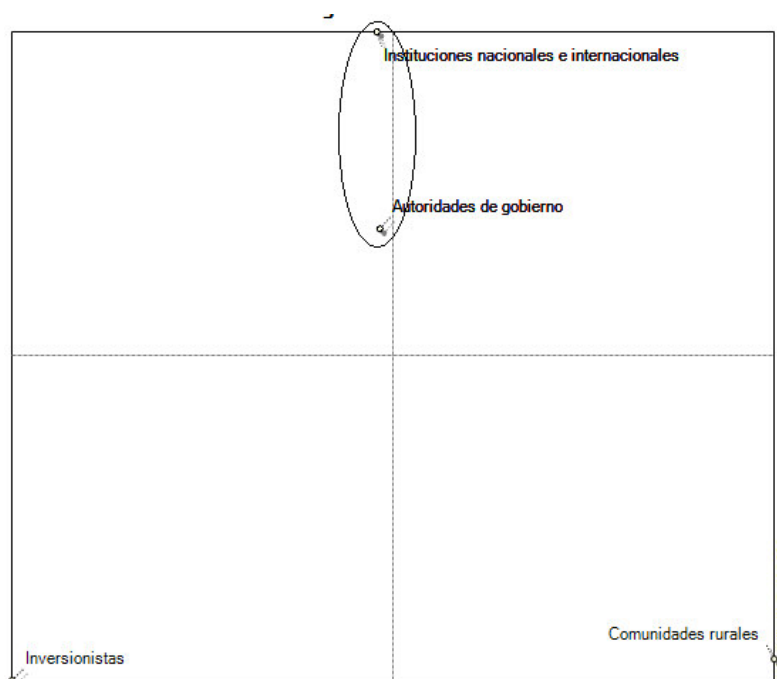


Figura 4.38 Plano de convergencia entre actores orden 3. "Ambiental".
Elaboración propia Software MACTOR - LIPSOR-EPITA.

Cuadro 4.62 Matriz de Convergencia entre Actores. MACTOR. "Ambiental "

ACTORES	Inversionistas	Auto. gobierno	Comun. rurales	I. na e in
Inversionistas	0	5,7	3,7	5,1
Autoridades de gobierno	5,7	0	5,6	7,0
Comunidad	3,7	5,6	0	5,0
Instituciones nac. e intern.	5,1	7,0	5,0	0
Número de convergencias	14,4	18,3	14,3	17,0

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

La variable "Ambiental" no presenta divergencias y ambivalencia entre sus actores (ver Cuadro 4.63 y 4.64).

Cuadro 4.63 Matriz de divergencia entre actores, variable "Ambiental".

	Invers.	Auto gobie	Comunidad	I. na e in
Inversionistas	0.0	0.0	0.0	0.0
Autoridades de gobierno	0.0	0.0	0.0	0.0
Comunidades rurales	0.0	0.0	0.0	0.0
Instituciones nacionales e internacionales	0.0	0.0	0.0	0.0
Número de divergencias	0.0	0.0	0.0	0.0
Grado de divergencia (%)	0.0	-	-	-

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

Cuadro 4.64 Matriz de ambivalencia de actores, variable “Ambiental”

Actores		EQ3
Act 1	Inversionistas	0,0
Act 2	Autoridades de gobierno	0,0
Act 3	Comunidades rurales	0,0
Act 4	Instituciones nac. e intern.	0,0

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software. MACTOR

b. Retos estratégicos y objetivos

A continuación se presenta para la variable “Ambiental” su reto estratégico con sus objetivos asociados.

Cuadro 4.65 Reto estratégico y objetivos asociados, variable “Ambiental”

Reto estratégico	Objetivos asociados	
Menor impacto medioambiental con los proyectos energéticos utilizando las ERNC	Obj1	Desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC con menor impacto ambiental
	Obj2	Obtener apoyo para proyectos energéticos de las instituciones nacionales e internacionales relacionadas al cuidado del medio ambiente

Fuente. Elaboración propia

A continuación se definen cada objetivo asociado al reto estratégico:

- **Desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC con menor impacto ambiental (Obj1):**
Desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando las ERNC en zonas rurales con el menor impacto ambiental.
- **Reconocimiento de las instituciones nacionales e internacionales del cuidado del medio ambiente (Obj2):**
Obtener apoyo para proyectos energéticos de las instituciones nacionales e internacionales relacionadas al cuidado del medio ambiente.

La matriz de posiciones valoradas entre Actores x Objetivos (ver Cuadro 4.66), muestra el resultado del promedio de todas las opiniones de los expertos respecto a la variable “Ambiental” (ver Anexo 18).

Cuadro 4.66 Matriz de posiciones valoradas entre actores y objetivos, variable “Ambiental”

Actores		Obj1	Obj2
Act 1	Inversionistas	1	3
Act 2	Autoridades de gobierno	3	3
Act 3	Comunidades rurales	3	2
Act 4	Instituciones nacionales e internacionales	3	3

Fuente. Elaboración propia

Los dos objetivos definidos para la variable “Ambiental”, “Reconocimiento de las instituciones nacionales e internacionales para incentivar su apoyo” (Rec na in) y “Desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC con menor impacto ambiental” (Men imp Am) son congruentes con todos los actores (ver Figura 4.39), ello significa, que los actores están de acuerdo con los beneficios que representa la variable al medio ambiente.



Figura 4.39 Plano de distancias netas entre objetivos. MACTOR “Ambiental”.
Elaboración propia con el Software MACTOR - LIPSOR-EPITA.

c. Posicionamiento de los actores sobre los objetivos

Para la variable en estudio, todos los actores concuerdan con ambos objetivos (ver Cuadro 4.67); el resultado complementa a las distancias netas entre objetivos.

Cuadro 4.67 Matriz de posiciones simples de Actores x Objetivos (1 MAO), variable “Ambiental”. MACTOR

ACTORES	OBJETIVOS		Suma absoluta
	Desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC con menor impacto ambiental	Obtener apoyo para proyectos energéticos de las instituciones nacionales e internacionales relacionadas al cuidado del medio ambiente	
Inversionistas	1	1	2
Autoridades de gobierno	1	1	2
Comunidades rurales	1	1	2
Instituciones nac. e internac.	1	1	2
Número de acuerdos	4	4	
Número de desacuerdos	0	0	
Número de posicioones	4	4	

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

Así también se muestra, que la mayor valoración considerando las relaciones de fuerza entre actores (ver Cuadro 4.68) fue el apoyo de las instituciones nacionales e internacionales para el desarrollo de proyectos, lo cual implica aprovechar del apoyo técnico y económico que realizan algunas instituciones para preservar el medio ambiente en proyectos energéticos de bajo impacto ambiental como son las ERNC.

Cuadro 4.68 Matriz de posiciones ponderadas valorada (3MAO), variable “Ambiental”. MACTOR

ACTORES	OBJETIVOS		Movilización
	Desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC con menor impacto ambiental	Obtener apoyo para proyectos energéticos de las instituciones nacionales e internacionales relacionadas al cuidado del medio ambiente	
Inversionistas	0,9	2,8	3,7
Autoridades de gobierno	3,8	3,8	7,6
Comunidades rurales	2,2	1,4	3,6
Instituciones nac. e internac.	3,2	3,2	6,4
Número de acuerdos	10,1	11,3	
Número de desacuerdos	0	0	
Número de posicioones	10,1	11,3	

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

Finalmente, para la misma variable “Ambiental” se observa que los actores que mantienen buena convergencia son: las Autoridades de gobierno y las Instituciones nacionales e internacionales (ver Figura 4.40). Es importante destacar que los inversionistas y las Comunidades rurales presentan distancias semejantes con los anteriores actores, sin embargo entre ellos es débil.

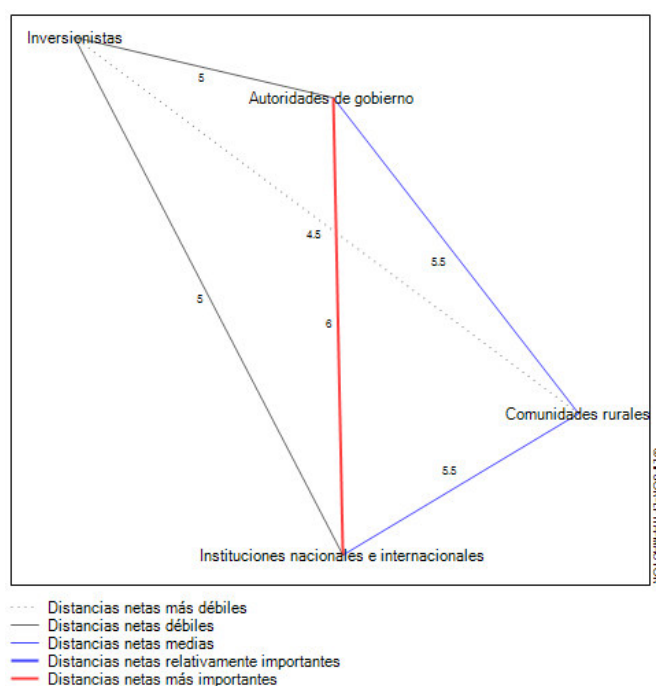


Figura 4.40 **Gráfico de distancias netas entre actores, variable “Ambiental”.**
Elaboración propia con el Software MACTOR - LIPSOR-EPITA

VII) Variable V3.3: Normas regulatorias

La variable “Normas regulatorias” permite incentivar el desarrollo de proyectos energéticos con ERNC en zonas rurales. Su implementación recae sobre el gobierno central; quienes lo formulan tienen que considerar todas las alternativas posibles que fomente a los diferentes sectores invertir en proyectos de este tipo. A continuación se analizarán las convergencias y divergencias de los actores y objetivos.

a. Actores que influyen en la variable

Para la variable “Normas regulatorias”, se consideraron los siguientes 3 actores:

Cuadro 4.69 Actores de la variable “Normas regulatorias”

Actores	
Act 1	Inversionistas
Act 2	Autoridades de gobierno
Act 3	Instituciones nacionales e internacionales

Fuente. Elaboración propia

La matriz de influencias directas entre actores (ver Cuadro 4.70), muestra el resultado del promedio de todas las opiniones de los expertos respecto a la variable “Normas regulatorias” (ver Anexo 17).

Cuadro 4.70 Matriz de influencias directas entre actores, variable “Normas regulatorias”

Actores		Act1	Act2	Act3
Act 1	Inversionistas	0	3	2
Act 2	Autoridades de gobierno	1	0	2
Act 3	Instituciones nacionales e internacionales	1	2	0

Fuente. Elaboración propia

El plano influencia-dependencia de actores (ver Figura 4.41), muestra dos tipos de actores bien diferenciados, los Inversionista con alto nivel de influencia, y las Autoridades de gobierno y las Instituciones nacionales e internacionales con alto nivel de dependencia. De acuerdo al significado de su ubicación en el plano, se interpreta que los inversionistas pueden influir sobre las Autoridades de gobierno para que las normas sean más efectivas.

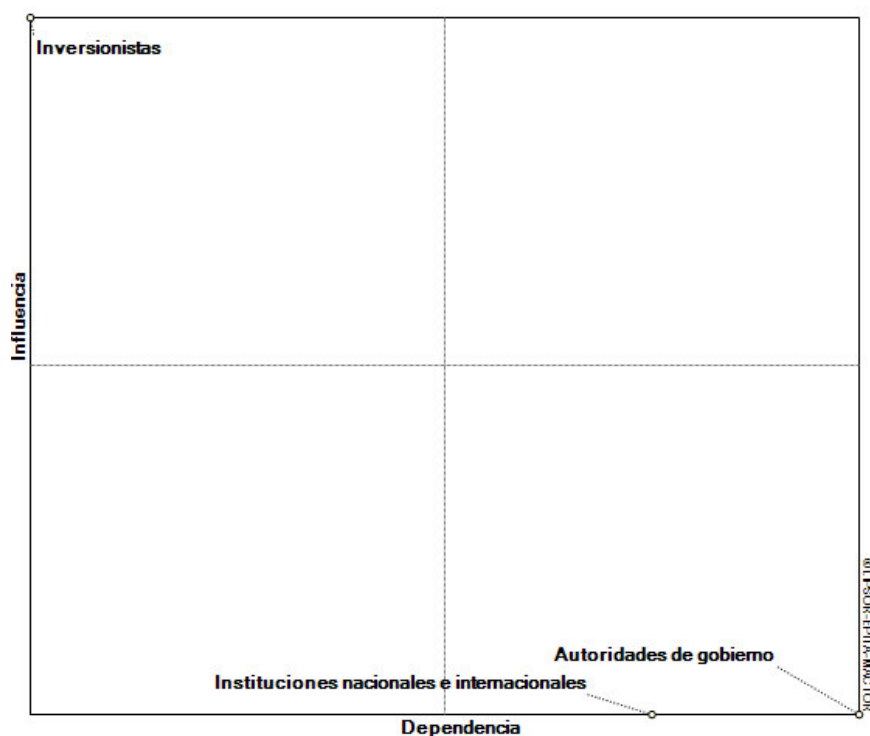


Figura 4.41 Plano de Influencia-Dependencia de actores para la variable “Normas regulatorias”. Elaboración propia con el Software MACTOR.

Los resultados del parámetro “**Ri**” (ver Cuadro 4.71) destaca, que el actor inversionista presenta un alto nivel de relaciones de fuerza sobre los demás actores con un valor (2,25), lo cual implica, la necesidad de satisfacer a dicho actor a través de normas adecuadas que les permita desarrollar sus proyectos.

Cuadro 4.71 Relaciones de fuerza de actores (**Ri**). “Normas regulatorias”.

	Ri
Inversionistas	2.25
Autoridades de gobierno	0.36
Instituciones nacionales e internacional	0.39

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software.
MACTOR LIPSOR-EPITA

De los resultados de convergencia de objetivos comunes entre actores (ver Figura 4.42 y Cuadro 4.72), se observa que el actor que presenta mayor nivel de convergencia son los Inversionistas, con un valor de (15,8) y con igual nivel de importancia con sus demás actores.

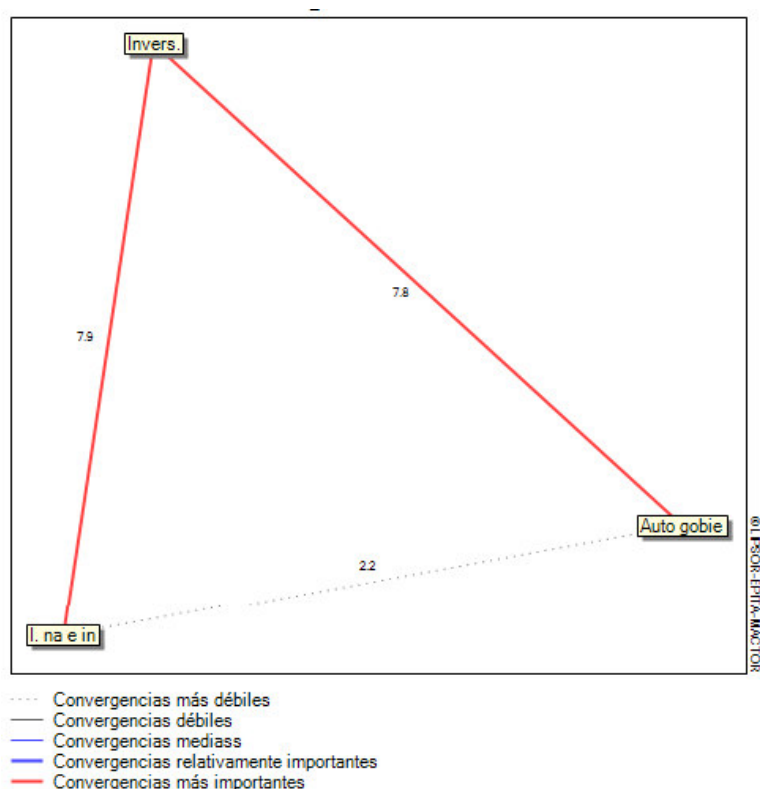


Figura 4.42 Gráfico de convergencia entre actores orden 3, variable “Normas regulatorias”. Elaboración propia Software MACTOR.

Cuadro 4.72 Matriz de convergencia entre actores, variable “Normas regulatorias”

ACTORES	Inversionistas	Auto. gobierno	I. na e in
Inversionistas	0	7.8	7.9
Autoridades de gobierno	7.8	0	2.2
Instituciones nacionales e internacionales	7.9	2.2	0
Número de convergencias	15.8	10.1	10.2

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

La variable “Normas regulatorias” no presenta divergencias y ambivalencia entre sus actores (ver Cuadro 4.73 y 4.74).

Cuadro 4.73 Matriz de divergencia entre actores, variable “Normas regulatorias”

	Invers.	Auto gobie	I. na e in
Inversionistas	0.0	0.0	0.0
Autoridades de gobierno	0.0	0.0	0.0
Instituciones nacionales e internacional	0.0	0.0	0.0
Número de divergencias	0.0	0.0	0.0
Grado de divergencia (%)	0.0	—	—

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

Cuadro 4.74 Matriz de ambivalencia de actores, variable “Normas regulatorias”

Actores		EQ3
Act 1	Inversionistas	0,0
Act 2	Autoridades de gobierno	0,0
Act 3	Instituciones nacionales e internacionales	0,0

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software. MACTOR

b. Retos estratégicos y objetivos

A continuación se presenta para la variable “Normas regulatorias” su reto estratégico con sus objetivos asociados.

Cuadro 4.75 Reto estratégico y objetivos asociados, variable “Normas regulatorias”

Reto estratégico	Objetivos asociados	
Establecer normas que permitan promover el desarrollo de proyectos energéticos con ERNC.	Obj1	Implementar normas que permitan promover el desarrollo de proyectos
	Obj2	Incentivar al sector privado para invertir en proyectos energéticos

Fuente. Elaboración propia

A continuación se definen cada objetivo asociado al reto estratégico:

- **Implementar normas que permitan promover el desarrollo de proyectos (Obj1):** Implementar normas que promuevan la inversión privada en el desarrollo de proyectos energéticos.
- **Incentivar al sector privado para invertir en proyectos energéticos (Obj2):** Lograr que el sector privado cuenten con leyes y normas que le den la seguridad que su inversión en proyectos energéticos sean sostenibles y rentables.

La matriz de posiciones valoradas entre Actores x Objetivos (ver Cuadro 4.80), muestra el resultado del promedio de todas las

opiniones de los expertos respecto a la variable “Normas regulatorias” (ver Anexo 18).

Cuadro 4.76 Matriz de posiciones valoradas entre actores y objetivos, variable “Normas regulatorias”

Actores		Obj1	Obj2
Act 1	Inversionistas	3	3
Act 2	Autoridades de gobierno	3	3
Act 3	Instituciones nacionales e internacionales	3	3

Fuente. Elaboración propia

Los resultados demuestran que ambos objetivos, “Implementar normas que permitan promover el desarrollo de proyectos” (Imp. normas) e “Incentivar al sector privado para invertir en proyectos energéticos” (Inc. Se. Pri.) son congruentes con todos los actores (ver Figura 4.43).

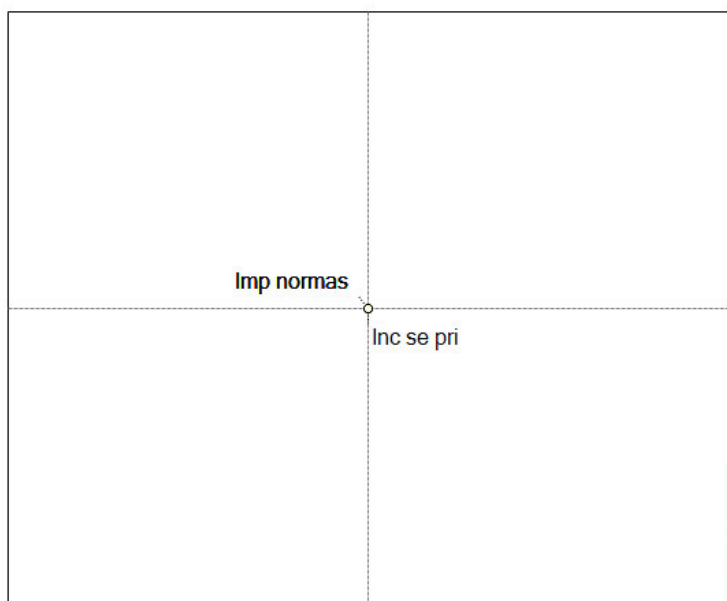


Figura 4.43 Plano de distancias netas entre objetivos. “Normas regulatorias”.
Elaboración propia Software MACTOR - LIPSOR-EPITA.

c. Posicionamiento de los actores sobre los objetivos

Para la variable en estudio, todos los actores concuerdan con ambos objetivos (ver Cuadro 4.81); el resultado complementa a las distancias netas entre objetivos.

Cuadro 4.77 Matriz de posiciones simples de Actores x Objetivos (1 MAO), variable “Normas regulatorias”. MACTOR

ACTORES	OBJETIVOS		Suma absoluta
	Implementar normas que permitan promover el desarrollo de proyectos	Incentivar al sector privado para invertir en proyectos energéticos	
Inversionistas	1	1	2
Autoridades de gobierno	1	1	2
Instituciones nacionales e internacionales	1	1	2
Número de acuerdos	3	3	
Número de desacuerdos	0	0	
Número de posiciones	3	3	

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

La variable en estudio muestra igual valoración por parte de los actores hacia los objetivos, considerando las relaciones de fuerza entre ellos (ver Cuadro 4.78). Del resultado se infiere, la oportunidad que tiene el gobierno de implementar normas, que fomenten en los diferentes sectores el desarrollar proyectos energéticos que les permita generar rentabilidad.

Cuadro 4.78 Matriz de posiciones ponderadas valorada (3MAO), variable “Normas regulatorias”.

ACTORES	OBJETIVOS		Movilización
	Implementar normas que permitan promover el desarrollo de proyectos	Incentivar al sector privado para invertir en proyectos energéticos	
Inversionistas	6.8	6.8	13.5
Autoridades de gobierno	1.1	1.1	2.1
Instituciones nacionales e internacionales	1.2	1.2	2.3
Número de acuerdos	9	9	
Número de desacuerdos	0	0	
Grado de movilización	9	9	

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

Con respecto a las distancias netas entre actores (ver Figura 4.44) para la variable “Normas regulatorias” se observa, que los tres actores mantienen idénticas relaciones de convergencia y divergencia entre ellos, aunque no presenta distancias importantes, es conveniente lograr acciones que permita satisfacer las necesidades de ellos, mediante la creación o modificación de normas para promover el desarrollo de proyectos energéticos con ERNC.

a. Actores que influyen en la variable

Para la variable “Proveedores de equipos”, se consideraron los siguientes 3 actores:

Cuadro 4.79 Actores de la variable “Proveedores de equipos”

Actores	
Act 1	Inversionistas
Act 2	Entidades financieras
Act 3	Fabricantes y proveedores de equipos

Fuente. Elaboración propia

La matriz de influencias directas entre actores, muestra el resultado del promedio de todas las opiniones de los expertos respecto a la variable “Proveedores de equipos” (ver Anexo 17).

Cuadro 4.80 Matriz de influencias directas entre actores, variable “Proveedores de equipos”

Actores		Act1	Act2	Act3
Act 1	Inversionistas	0	3	3
Act 2	Entidades financieras	3	0	2
Act 3	Fabricantes y proveedores de equipos	2	2	0

Fuente. Elaboración propia

El plano influencia-dependencia de actores (ver Figura 4.45), muestra dos actores con alto nivel de influencia, los Inversionistas y las Entidades financieras. Aprovechar la oportunidad en las transacciones comerciales con los proveedores de equipos, para la capacitación de los recursos humanos, sería un aporte importante para los objetivos del estudio.

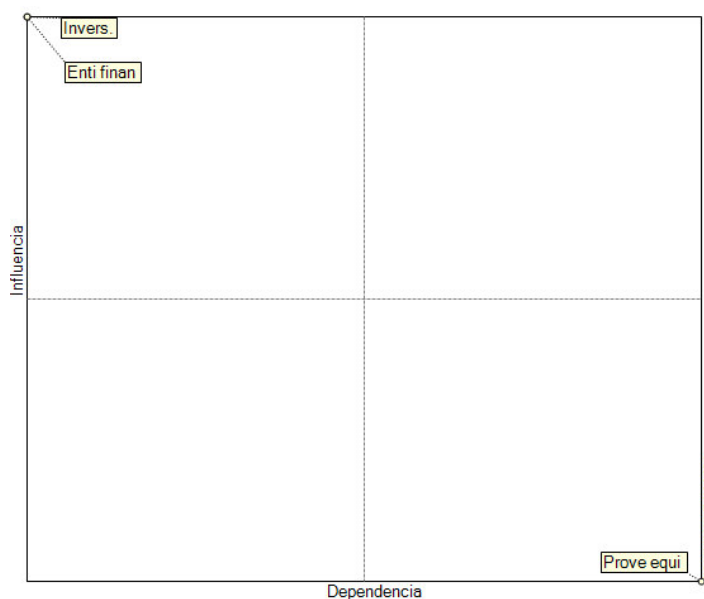


Figura 4.45 Plano de Influencia-Dependencia de actores para la variable “Proveedores de equipos”. Elaboración propia. Software MACTOR.

El parámetro de fuerza entre actores “**Ri**” (ver Cuadro 4.81), muestran idénticas y buenas relaciones entre los actores: Inversionista y las Entidades de financieras, ambos con un nivel de (1,12) respecto a los Fabricantes y proveedores de equipos con un (0,76). Dichos resultados se explica, porque los fabricantes son actores de baja influencia y alta dependencia y actúan a través de los actores de las que dependen.

Cuadro 4.81 Relaciones de fuerza de actores (Ri). “Proveedores de equipos”

	Ri
Inversionistas	1.12
Entidades financieras	1.12
Fabricantes y proveedores de equipos	0.76

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software. MACTOR LIPSOR-EPITA

Los resultados de convergencia de objetivos comunes entre actores (ver Figura 4.46 y Cuadro 4.82), muestra que los actores Fabricantes y proveedores de equipos y los Inversionistas presentan mayor relación que con las Entidades financieras. Esta estrecha convergencia se explica, porque están más relacionados con la ingeniería al desarrollo de proyectos.

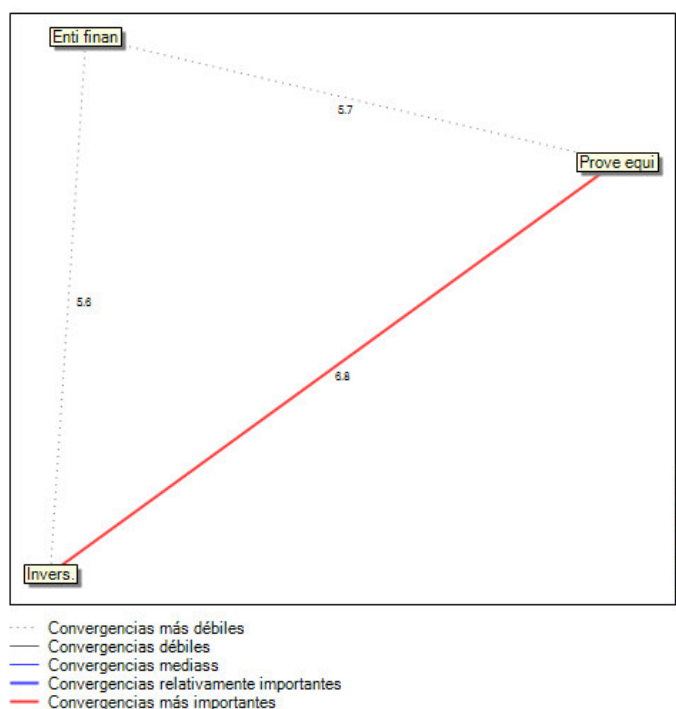


Figura 4.46 Gráfico de convergencia entre actores orden 3, variable “Proveedores de equipos”. Elaboración propia con el Software MACTOR.

Cuadro 4.82 Matriz de convergencia entre actores, variable “Proveedores de equipos”

ACTORES	Inversionistas	Entidades financieras	Fab. provee equi
Inversionistas	0	5.6	6.8
Entidades financieras	5.6	0	5.7
Fabricantes y proveedores de	6.8	5.7	0
Número de convergencias	12.4	11.3	12.4

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

Es importante destacar que la variable “Proveedores de equipos” no presenta divergencias y ambivalencia entre sus actores (ver Cuadro 4.83 y 4.84), lo cual implica una buena predisposición al trabajo en equipo de los actores.

Cuadro 4.83 Matriz de divergencia entre actores, variable “Proveedores de equipos”

	Invers.	Enti finan	Prove equi
Inversionistas	0.0	0.0	0.0
Entidades financieras	0.0	0.0	0.0
Fabricantes y proveedores de equipos	0.0	0.0	0.0
Número de divergencias	0.0	0.0	0.0
Grado de divergencia (%)	0.0	—	—

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

Cuadro 4.84 Matriz de ambivalencia de actores, variable “Proveedores de equipos”

Actores		EQ3
Act 1	Inversionistas	0,0
Act 2	Entidades financieras	0,0
Act 3	Fabricantes y proveedores de equipos	0,0

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software. MACTOR

b. Retos estratégicos y objetivos

A continuación se presenta para la variable “Proveedores de equipos” su reto estratégico con sus objetivos asociados.

Cuadro 4.85 Reto estratégico y objetivos asociados, variable “Proveedores de equipos”

Reto estratégico	Objetivos asociados	
Participación activa de fabricantes y proveedores de equipos en el desarrollo de proyectos energéticos utilizando las ERNC	Obj1	Adquirir conocimiento de las tecnologías de vanguardia para el aprovechamiento de las fuentes energéticas renovables
	Obj2	Incluirlos como socios estratégicos para desarrollar proyectos de generación de electricidad utilizando las ERNC
	Obj3	Disponer de soluciones tecnológicas adecuadas y económicas para implementar proyectos de generación de electricidad utilizando las ERNC

Fuente. Elaboración propia

A continuación se definen cada objetivo asociado al reto estratégico:

- **Adquirir conocimiento de las tecnologías de vanguardia para el aprovechamiento de las fuentes energéticas renovables (Obj1):** Capacitar a los profesionales involucrados en el desarrollo de proyectos, con las tecnologías de vanguardia para el aprovechamiento de las ERNC.
- **Incluirlos como socios estratégicos para desarrollar proyectos de generación de electricidad utilizando las**

ERNC (Obj2): Fortalecer las relaciones con las empresas proveedoras de tecnología, para alcanzar los objetivos de dar energía eléctrica a las zonas rurales en situación de pobreza.

- **Disponer de soluciones tecnológicas adecuadas y económicas para implementar proyectos de generación de electricidad utilizando las ERNC (Obj3):** Aplicar las tecnologías de vanguardia utilizadas para el aprovechamiento las ERNC en la generación de electricidad para zonas rurales.

La matriz de posiciones valoradas entre Actores x Objetivos (ver Cuadro 4.86), muestra el resultado del promedio de todas las opiniones de los expertos respecto a la variable “Proveedores de equipos” (ver Anexo 18).

Cuadro 4.86 **Matriz de posiciones valoradas entre actores y objetivos, variable “Proveedores de equipos”**

Actores		Obj1	Obj2	Obj3
Act 1	Inversionistas	2	3	1
Act 2	Entidades financieras	1	2	1
Act 3	Fabricantes y proveedores de equipos	3	3	3

Fuente. Elaboración propia

Los resultados sobre las distancias netas entre objetivos (ver Figura 4.47), muestran que los objetivos relacionados a las sociedades estratégicas y la adquisición de conocimientos, son más congruentes con respecto a la opinión de los actores. Dicho resultado tiene como explicación, que al darse dicha relación, el tercer objetivo se implementa sin otras condiciones.

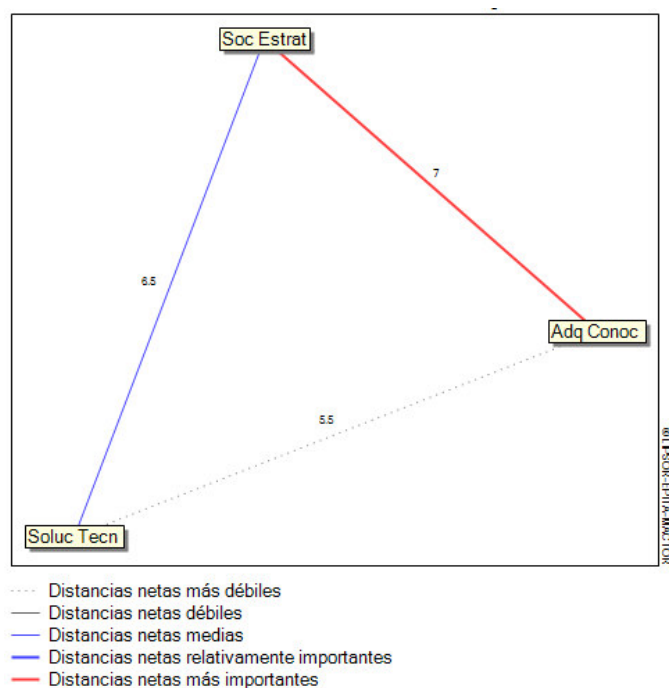


Figura 4.47 Gráfico de distancias netas entre objetivos. “Proveedores de equipos”. Elaboración propia. Software MACTOR - LIPSOR-EPITA.

c. Posicionamiento de los actores sobre los objetivos

Para la variable en estudio, todos los actores concuerdan con los tres objetivos (ver Cuadro 4.87).

Cuadro 4.87 Matriz de posiciones simples de Actores x Objetivos (1 MAO), variable “Proveedores de equipos”. MACTOR

ACTORES	OBJETIVOS			Suma absoluta
	Adquirir conocimiento de las tecnologías de vanguardia para el aprovechamiento de las fuentes energéticas renovables	Incluirlos como socios estratégicos para desarrollar proyectos de generación de electricidad utilizando las ERNC	Disponer de soluciones tecnológicas adecuadas y económicas para implementar proyectos de generación de electricidad utilizando las ERNC	
Inversionistas	1	1	1	3
Entidades financieras	1	1	1	3
Fabricantes y proveedores de equipos	1	1	1	3
Número de acuerdos	3	3	3	
Número de desacuerdos	0	0	0	
Número de posiciones	3	3	3	

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

La misma variable muestra una importante ponderación hacia la inclusión como socios estratégicos a los fabricantes y proveedores de equipos para el desarrollo de los proyectos (ver Cuadro 4.88). El análisis del resultado infiere que, lograr una

sociedad estratégica con los proveedores de tecnología significa, la participación permanente de expertos, el soporte técnico a los proyectos, la capacitación de profesionales, entre otras ventajas que aportan a fortalecer la sostenibilidad de los proyectos.

Cuadro 4.88 Matriz de posiciones ponderadas valorada (3MAO), “Proveedores de equipos”.

ACTORES	OBJETIVOS			Movilización
	Adquirir conocimiento de las tecnologías de vanguardia para el aprovechamiento de las fuentes energéticas renovables	Incluirlos como socios estratégicos para desarrollar proyectos de generación de electricidad utilizando las ERNC	Disponer de soluciones tecnológicas adecuadas y económicas para implementar proyectos de generación de electricidad utilizando las ERNC	
Inversionistas	2,2	3,4	1,1	6,7
Entidades financieras	1,1	2,2	1,1	4,5
Fabricantes y proveedores de equipos	2,3	2,3	2,3	6,8
Número de acuerdos	5,6	7,9	4,5	
Número de desacuerdos	0	0	0	
Grado de movilización	5,6	7,9	4,5	

Fuente. Elaboración propia utilizando el Software MACTOR LIPSOR-EPITA

Las distancias netas entre actores (ver Figura 4.48) para la variable “Proveedores de equipos” corrobora, la relación que existe entre los Inversionistas y Fabricantes y proveedores de equipos respecto a la aplicación de la ingeniería en el desarrollo de proyectos.

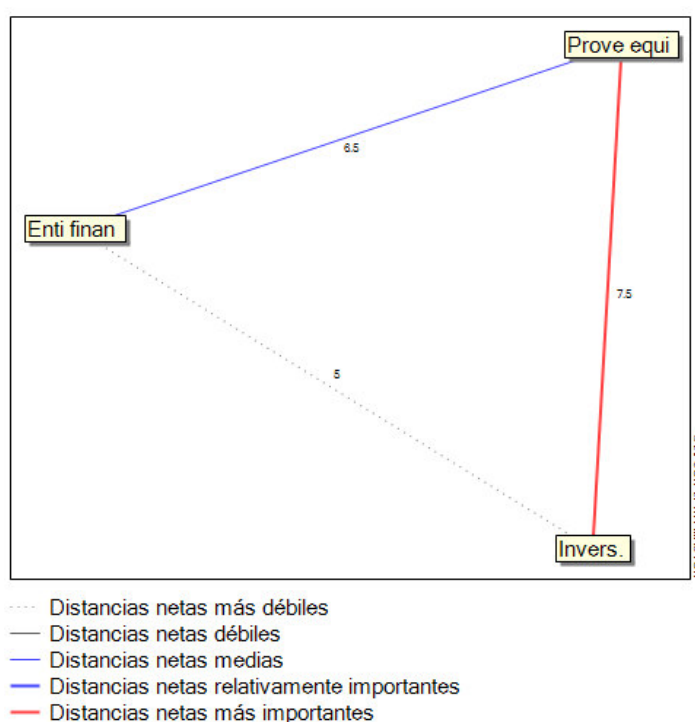


Figura 4.48 Distancias netas entre actores, variable “Proveedores de equipos”.
Elaboración propia con el Software MACTOR - LIPSOR-EPITA

4.1.3 Método de impactos cruzados: Sistemas y Matrices de Impactos Cruzados (SMIC)

A continuación se aplica el método de impactos cruzados, para evaluar escenarios más probables para la viabilidad de desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC, según combinaciones de hipótesis previamente definidas y ponderadas por los expertos.

El programa a utilizar denominado SMIC⁹² (programa clásico de minimización de una forma cuadrática con límites lineales) permite el análisis de grupos de expertos:

- corrigiendo sus opiniones expresadas individualmente para que se obtengan resultados netos coherentes. COPER, S. (2005) señala, que se fundamenta en el hecho de que las opiniones emitidas respecto a preguntas sobre la probabilidad de ocurrencia de hipótesis no independientes, contiene cierta dosis de incoherencia respecto a la opinión global, pero implícita si se considera el conjunto de las respuestas a otras preguntas.
- afectando una probabilidad a cada una de las $2N$ combinaciones posibles de las “N” hipótesis.

En base a las probabilidades de los expertos, se crea imágenes con cierta jerarquía y en consecuencia, de los escenarios más probables. Es conveniente entonces realizar en el seno de los escenarios, una selección de 3 ó 4 entre los cuales debe figurar al menos un escenario de referencia con una fuerte probabilidad media y escenarios contrastados, los cuales son analizados buscando la concordancia de los hechos factibles y proponiendo caminos que conduzcan al objetivo del estudio.

⁹² GODET, M. (1993). “De la anticipación a la acción”, manual de prospectiva y estrategia. Barcelona: España. MARCOMBO S.A. 153 p.

Para la aplicación del método se han considerado las 6 hipótesis secundarias:

- H1 : La participación del sector privado con proyectos de inversión que les permita una rentabilidad económica, favorecerá el desarrollo sostenible de las zonas rurales.
- H2 : Sí el gobierno promueve la inversión para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC, mejorará la calidad de vida en las zonas rurales.
- H3 : Proyectos energéticos de bajo costo utilizando las ERNC en zonas rurales, así como el acceso a su financiamiento, contribuyen a la inversión.
- H4 : Potenciales fuentes de energías renovables con poco impacto ambiental fomenta la inversión.
- H5 : Implementar una normatividad adecuada, promoverá la inversión.
- H6 : La participación activa de fabricantes y proveedores de equipos fomenta la inversión.

Se invitó a 27 expertos para su opinión de los cuales respondieron 16 de ellos, representando el 60% (ver Anexo 20). La Encuesta 4 fue la que se aplicó (ver Anexo 12), consistiendo en preguntas relacionadas a la probabilidad de ocurrencia de eventos aislados, utilizando el Cuadro 4.89 y las probabilidades condicionales de los eventos tomados de dos en dos utilizando el Cuadro 4.90.

Cuadro 4.89 Probabilidad de ocurrencia de eventos aislados.

Hipótesis	H1	H2	H3	H4	H5	H6
Probabilidad (%)						

Fuente. Elaboración propia

Cuadro 4.90 Probabilidades condicionales de eventos tomados de dos en dos.

		Hi: Hipótesis Dependiente de Hj											
		H1		H2		H3		H4		H5		H6	
Condición		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Hj: Hipótesis Independiente	H1	■											
	H2			■									
	H3					■							
	H4							■					
	H5									■			
	H6											■	

Fuente. Elaboración propia

A cada experto consultado también se le solicitó elegir, uno de los tres grupos donde se ubicaban según su nivel de conocimiento en los temas del estudio (ver Cuadro 4.91).

Cuadro 4.91 Clasificación de expertos según conocimiento de los temas.

Grupo	Conocimiento de los temas de las hipótesis	Cant
1	Conozco los temas de más de tres de las hipótesis consultadas	
2	Conozco los temas de hasta tres de las hipótesis consultadas	
3	Conozco los temas de menos de tres de las hipótesis consultadas	

Fuente. Elaboración propia

Es importante destacar, que los expertos que respondieron la Encuesta 4 ya habían participado en anteriores encuestas (Micmac y Mactor), lo cual tenían un conocimiento del proceso que se estaba estudiando. El consolidado de resultados respecto a la probabilidad de ocurrencia de eventos aislados y condicionales se muestra en el Anexo 21.

Así también, todos los expertos que participaron en la Encuesta 4, son conocedores en al menos más de tres de las hipótesis del estudio (ver Cuadro 4.92).

Cuadro 4.92 Cantidad de expertos según conocimiento de los temas.

Grupo	Conocimiento de los temas de las hipótesis	
1	Conozco los temas de más de tres de las hipótesis consultadas	16
2	Conozco los temas de hasta tres de las hipótesis consultadas	0
3	Conozco los temas de menos de tres de las hipótesis consultadas	0

Fuente. Elaboración propia

4.2 Validación de las hipótesis

El análisis de variables y actores, han establecido el marco de la investigación para la validación de las hipótesis de la presente tesis. De forma descriptiva y analítica se ha examinado como sería el comportamiento individual y relacionado de las variables, actores y sus objetivos relacionados. A continuación se analizan el comportamiento de la hipótesis principal y las secundarias para su validación.

4.2.1 Validación de hipótesis secundarias

H1: “La participación del sector privado con proyectos de inversión que les permita una rentabilidad económica, favorecerá el desarrollo sostenible de las zonas rurales”

La variable “Participación del sector privado” correspondiente a la hipótesis 1, resultó en el plano de influencia-dependencia de relaciones directas (ver Figura 4.5) con una baja motricidad pero alta dependencia. Ello implica, que el sector privado no puede evolucionar por su propio medio, necesitando el apoyo de otras variables del que dependen. Sin embargo, dicha variable presenta en el largo plazo un desplazamiento hacia un nivel de mayor motricidad, convirtiéndola en clave en un tiempo futuro.

Por otro lado, del plano de influencia-dependencia de actores para la misma variable (ver Figura 4.16) se determinó, que los actores claves con mayores convergencias sobre los objetivos para la validación de la hipótesis son: los Inversionistas, las Autoridades de gobierno y las Instituciones nacionales e internacionales. También es importante destacar, que las Entidades financieras es un actor que permite potenciar a los actores claves a través del apoyo con su financiamiento de los proyectos. Es decir, que la participación de dichos actores

especialmente la del sector privado, son las que tiene un fuerte impacto para la consecución de la hipótesis.

En este contexto es necesaria la identificación de oportunidades viables de negocio para quienes van a invertir en dichos proyectos, donde se requiere su reconocimiento, evaluación y factibilidad de implementarse, que de otra forma sería menos probable la participación de inversionistas.

Los resultados también indican, que los proveedores de equipos son una relación de fuerza para la participación del sector privado. Su aporte en el apoyo de las mejores soluciones tecnológicas así como las financieras, favorecerá en la toma de decisiones de los inversionistas.

Es importante destacar que los tres actores presentan similar convergencia de objetivos comunes, lo cual favorece para encontrar alianzas coordinadas entre ellos.

El Cuadro 4.93 muestra, que de los encuestados, la probabilidad promedio simple que ocurra que el sector privado invierta en los próximos 10 años en proyectos energéticos, sin generar sinergias es de 50%. Dicho valor resulta de la distribución de opiniones según el histograma de probabilidades simples (ver Figura 4.49).

Cuadro 4.93 Probabilidades de ocurrencias de la “Hipótesis 1” simple y condicional.

HIPÓTESIS	SIMPLE	CONDICIONAL	
		SI	NO
H1	50%		
H2		77%	31%
H3		65%	29%
H4		62%	25%
H5		70%	25%
H6		59%	26%

Fuente. Elaboración propia. Valores obtenidos del Software SMIC-PROB-EXPERT

Donde:

SI: Probabilidad que se realice la Hipótesis 1, si ocurren las hipótesis H_i , $i=2,3,4,5,6$

NO: Probabilidad que se realice la Hipótesis 1, si no ocurren las hipótesis H_i , $i=2,3,4,5,6$

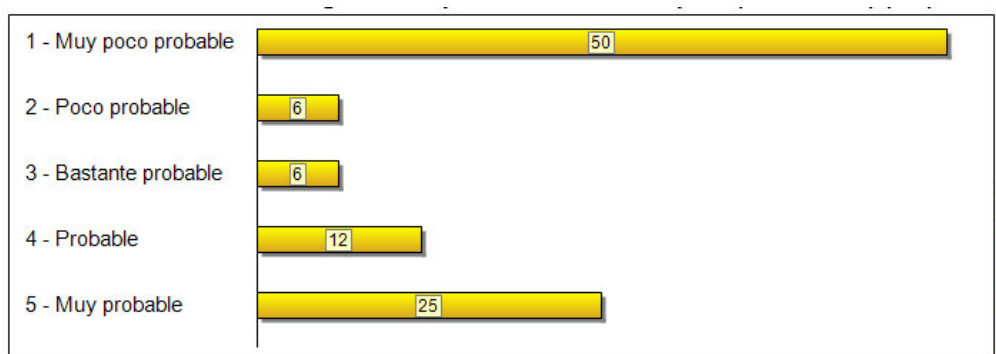


Figura 4.49 Histograma de probabilidades simples de la Hipótesis 1. SMIC-PROB-EXPERT

Por otro lado, tomando como referencia a RIOS, G.; PEÑA, T.; ESPINOZA, L. & MARLÉS, C. (2011) en su análisis “*Plan departamental de Ciencia Tecnología + Innovación*”, los siguientes rangos de probabilidades de ocurrencia para la validación de las hipótesis:

Cuadro 4.94 Criterio referencial de validación de hipótesis.

Probabilidad	Significado
50%	Muy débil
60%	Débil
70%	Moderado
80%	Fuerte
90%	Muy probable

Fuente. RIOS (2011) “Plan departamental de Ciencia Tecnología + Innovación”.

Los expertos han estimado de manera conservadora una probabilidad muy débil la participación del sector privado. La probabilidad se incrementa si las demás hipótesis también ocurrieran en simultáneo uno a uno (ver Figura 4.50); con mayor impacto si el gobierno promueve la inversión con 77%. El valor disminuye si las demás hipótesis no ocurrieran también en simultáneo, afectando con mayor intensidad si no existieran normas adecuadas que promuevan la inversión y potenciales energías renovables, ambas con un 25%.

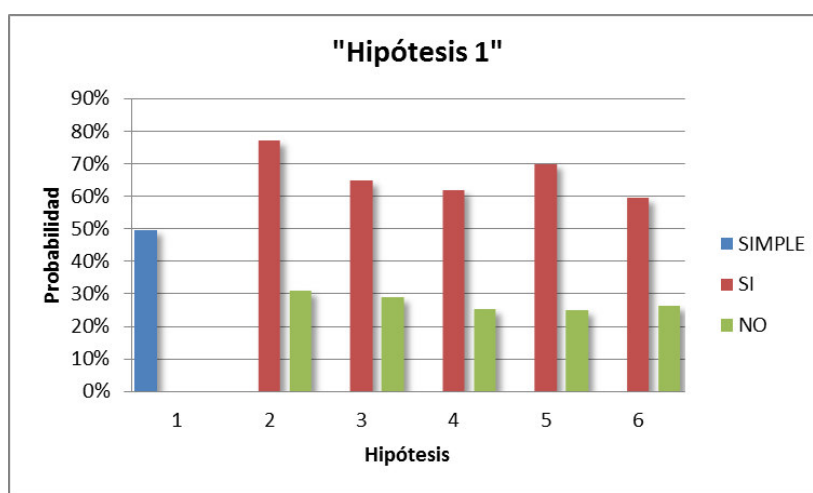


Figura 4.50 Gráfico de probabilidades de ocurrencia para la “Hipótesis 1” de manera simple y condicional. (Elaboración propia).

De los resultados del análisis respecto a la hipótesis 1 se concluye que la participación del sector privado ejecutando proyectos de inversión con rentabilidad económica en zonas rurales y para la población en situación de pobreza, se valida en un tiempo superior a los 10 años, considerando: la participación de los gobiernos central, a través de una contribución económica con recursos propios e internacionales en sus inicios, con normas que fomenten la inversión y con una promoción que permita incentivar a los inversionista el desarrollo de proyectos. El gobierno regional también debe contribuir con su apoyo económico y promoción al desarrollo de la región; y el gobierno local, con la organización de sus zonas y la información para identificar los lugares más adecuados para el desarrollo de los proyectos. Finalmente, es necesaria la participación del sector financiero a través de préstamos para el desarrollo de dichos proyectos.

H2: “Sí el gobierno promueve la inversión para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC, mejorará la calidad de vida en las zonas rurales”

La variable correspondiente a la hipótesis 2 “Gestión de los gobiernos”, es considerada como clave de acuerdo a su ubicación en el plano de influencia-dependencia de relaciones directas (ver Figura 4.4). Su alto nivel de influencia y dependencia sobre las demás variables, lo califica como de gran relevancia para el logro de los objetivos del estudio; así también, es una variable de corto plazo para implementar acciones de inmediato.

En lo que respecta a sus actores claves Autoridades de gobierno e Inversionistas (ver Figura 4.21), resultaron con un alto nivel de motricidad y dependencia. También destaca las instituciones nacionales e internacionales como un actor de fuerza a las anteriores, representando un buen aliado para los objetivos del estudio.

Los tres actores presentan altos niveles de convergencia de objetivos comunes, favoreciendo al trabajo en conjunto que realicen entre ellos en beneficio de las comunidades rurales.

Para los actores, los objetivos de mayor importancia son la Inclusión social y la Mejora de la calidad de vida de los pobladores, aspectos que el gobierno actual considera como prioritario en sus planes de gobierno, lo cual implica un avance importante para el logro de la viabilidad del presente estudio.

Los actores también consideraron necesario el apoyo financiero, siendo importante para el logro del reto estratégico de promover y desarrollar proyectos energéticos para mejorar la calidad de vida de las personas.

El Cuadro 4.95 muestra que los expertos consideran que en los próximos 10 años, la probabilidad promedio simple que ocurra la participación del gobierno en la promoción de la inversión en

proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales es 54%, donde las opiniones se distribuyen según el histograma de probabilidades simples (ver Figura 4.51).

Cuadro 4.95 Probabilidades de ocurrencias de la “Hipótesis 2” simple y condicional.

HIPÓTESIS	SIMPLE	CONDICIONAL	
		SI	NO
H1		71%	25%
H2	54%		
H3		71%	18%
H4		66%	17%
H5		75%	16%
H6		62%	20%

Fuente. Elaboración propia. Valores obtenidos del Software SMIC-PROB-EXPERT

Donde:

SI: Probabilidad que se realice la Hipótesis 2, si ocurren las hipótesis H_i , $i=1,3,4,5,6$

NO: Probabilidad que se realice la Hipótesis 2, si no ocurren las hipótesis H_i , $i=1,3,4,5,6$

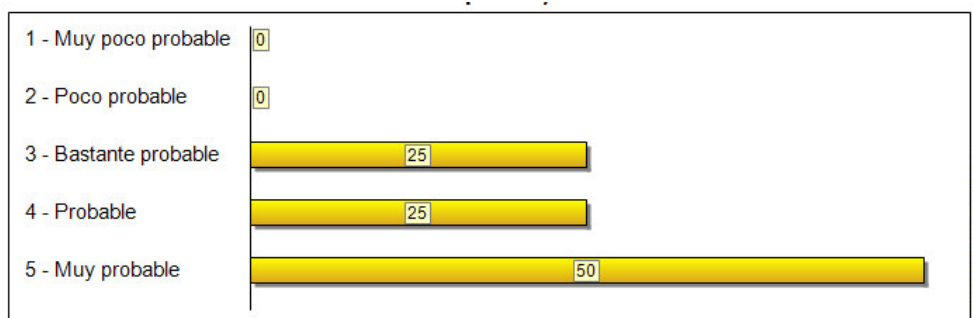


Figura 4.51 Histograma de probabilidades simples de la Hipótesis 2. SMIC-PROB-EXPERT

Del Cuadro (4.94) podemos afirmar que los expertos han estimado una probabilidad muy débil la participación del gobierno, es decir, ellos ven el panorama de la gestión de los gobiernos con cierto nivel de desconfianza. Dicha probabilidad se incrementa si las demás hipótesis ocurrieran en simultáneo (ver Figura 4.52); teniendo mayor impacto, con la implementación de normas adecuadas 75%. El valor disminuye si las demás hipótesis no ocurrieran en simultáneo, afectando

con mayor intensidad también con la falta de una buena normatividad con 16%.

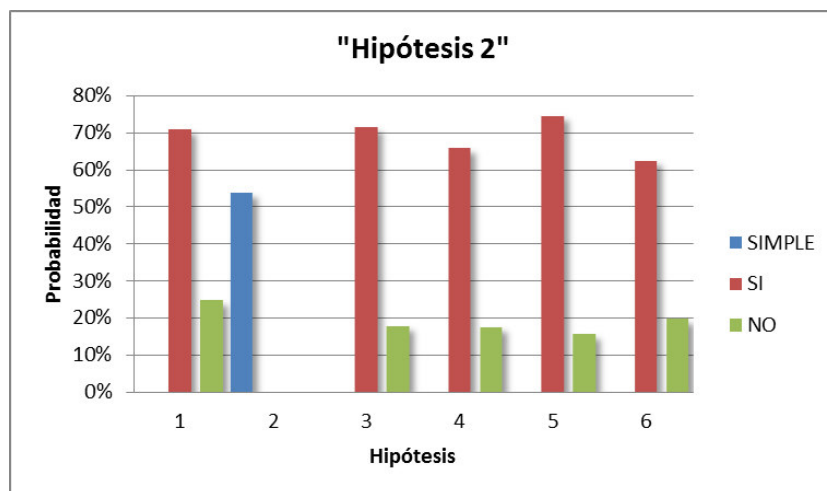


Figura 4.52 Gráfico de probabilidades de ocurrencia para la “Hipótesis 2” de manera simple y condicional. (Elaboración propia).

De los resultados del análisis respecto a la hipótesis 2 se concluye, que la participación del gobierno en la promoción de la inversión en proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales para la población en situación de pobreza, se válida para su implementación desde el corto plazo, es decir, el gobierno desde hace varios años ésta haciendo el esfuerzo desarrollando proyectos energéticos en el corto, mediano y largo plazo, aunque aún con algunos inconvenientes los cuales se tiene que superar tales como: falta de una política normativa adecuada de fomento al sector privado; proyectos implementados o por desarrollar sin sostenibilidad energética; falta de convocatoria de los diferentes actores para sumar esfuerzos hacia el logro de los objetivos, etc.

H3: “Proyectos energéticos de bajo costo utilizando las ERNC en zonas rurales, así como el acceso a su financiamiento, contribuyen a la inversión”.

La hipótesis 3 considera como variables la “Inversión” y “Financieros”, los cuales son consideradas del tipo resultado o sensible por su baja motricidad y alta dependencia; además por su ubicación cercana a la zona central, se consideran también reguladoras. Por consiguiente, dichas variables son una llave de paso para alcanzar los objetivos de las variables claves. Además, por la disminución de su nivel de influencia e incremento en su dependencia en sus relaciones potenciales, son consideradas como variables de largo plazo.

Los actores claves para la variable Inversión resultaron ser los Inversionistas, las Autoridades de gobierno y las Entidades financieras (ver Figura 4.25), sin embargo para la variable Financieros, no se definen claramente sus variables claves. Sin embargo es importante destacar que las Instituciones nacionales e internacionales están presentes para ambas con un alto nivel de motricidad y convergencia, es decir, pueden contribuir potencialmente con los objetivos de las variables claves.

Los actores muestran mayor importancia a los proyectos energéticos económicos y sostenibles y a los recursos económicos del sector privado. Por otro lado, manifiestan poco acercamiento entre el acceso del sector privado al financiamiento de proyectos energéticos, con las menores tasas de préstamos del sector financiero. Por consiguiente, es necesario buscar convergencias que permitan la participación activa de dicho sector con los inversionistas, facilitando el desarrollo de los proyectos.

Los expertos consideran que en los próximos 10 años, la probabilidad promedio simple que ocurra que los proyectos de generación de electricidad utilizando las ERNC, bajen de precio y el acceso a su financiamiento, contribuya a la mayor inversión

es de 47% (ver Cuadro 4.96). Dichas opiniones provienen de la distribución probabilidades simples (ver Figura 4.53).

Cuadro 4.96 Probabilidades de ocurrencias de la “Hipótesis 3” simple y condicional.

HIPÓTESIS	SIMPLE	CONDICIONAL	
		SI	NO
H1		69%	33%
H2		82%	29%
H3	47%		
H4		63%	27%
H5		69%	28%
H6		61%	27%

Fuente. Elaboración propia. Valores obtenidos del Software SMIC-PROB-EXPERT

Donde:

SI: Probabilidad que se realice la Hipótesis 2, si ocurren las hipótesis H_i , $i=1,2,4,5,6$

NO: Probabilidad que se realice la Hipótesis 2, si no ocurren las hipótesis H_i , $i=1,2,4,5,6$

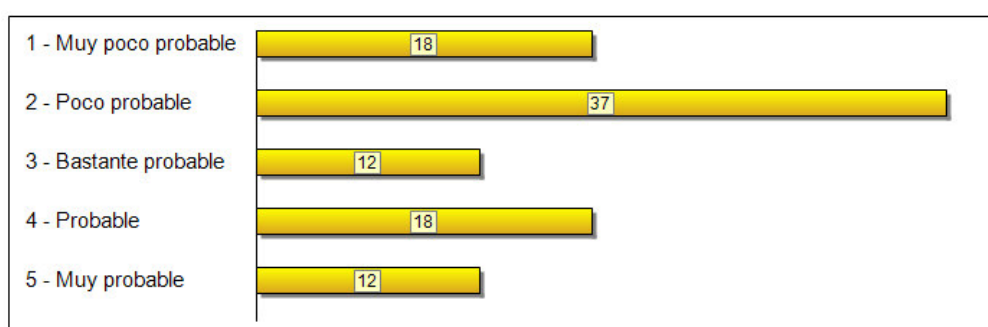


Figura 4.53 Histograma de probabilidades simples de la Hipótesis 3. SMIC-PROB-EXPERT

Considerando el Cuadro 4.94 y de acuerdo a la opinión de los expertos, la estimación de la probabilidad del aspecto financiero (costos y financiamiento), resulto con un nivel muy débil, lo cual significa, que el aspecto financiero se tiene que trabajar en el largo plazo para su consolidación. Por otro lado, dicha probabilidad se convierte en fuerte 82%, si el gobierno fomenta la inversión (ver Figura 4.54); mientras que con la intervención de las otras hipótesis incrementa pero aún se mantiene débil. El valor disminuye si las demás hipótesis no ocurrieran en simultáneo, afectando entre el 27% al 33%.

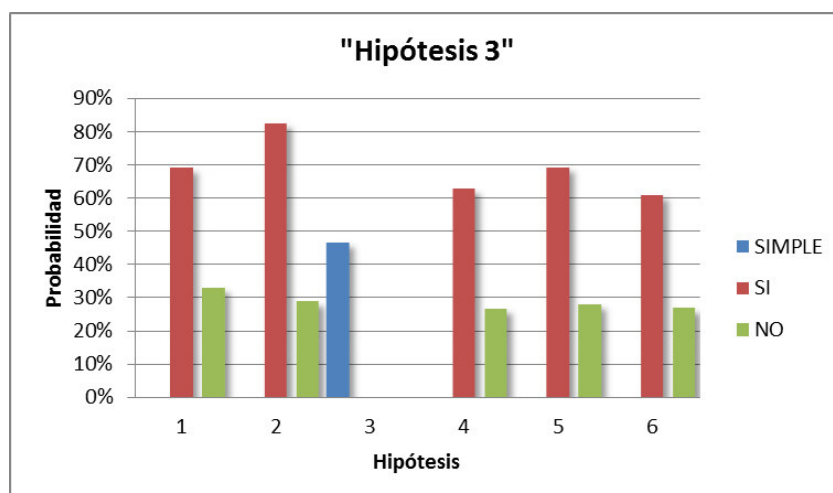


Figura 4.54 Gráfico de probabilidades de ocurrencia para la “Hipótesis 3” de manera simple y condicional. (Elaboración propia).

De los resultados del análisis respecto a la hipótesis 3 se concluye, que la factibilidad que los proyectos energéticos utilizando las ERNC bajen de costo, así como exista el acceso a su financiamiento, se válida para su implementación en el largo plazo. Para ello es importante, la participación del gobierno y del sector privado, que permita incentivar al sector financiero a través de propuestas de proyectos viables con rentabilidad y sostenibilidad económica.

H4: “Potenciales fuentes de energías renovables con poco impacto ambiental fomenta la inversión”.

Las variables “Ambiental” y “Recursos energéticos renovables” correspondiente a la hipótesis 4, son consideradas como variables clave y determinantes respectivamente, de acuerdo a la ubicación en el plano de influencia-dependencia de relaciones directas (ver Figura 4.4). Su alto nivel de influencia y dependencia sobre las demás variables, las convierte en relevantes, especialmente por lo que significa contar con fuertes potenciales energéticos para el desarrollo de proyectos y el cuidado del medio ambiente en proyectos energéticos.

Son consideradas también variables de corto plazo, es decir, que su impacto debe ser aprovechado a través de oportunidades de apoyo de instituciones nacionales e internacionales, Mecanismos de Desarrollo Limpio, entre otros beneficios que se obtienen con los proyectos de esta naturaleza.

Sus actores claves son las Autoridades de gobierno y las Instituciones nacionales e internacionales (ver Figuras 4.33 y 4.37), mientras que los Inversionistas son actores del tipo resultado, con un alto nivel de dependencia y baja motricidad, estando supeditado de las claves. Por consiguiente, los actores claves tienen la responsabilidad de fomentar, dar el primer impulso al desarrollo de proyectos utilizando recursos renovables con protección del medio ambiente, así como influir en el sector privado para su participación en los proyectos con aprovechamiento de las renovables.

Es importante destacar que los objetivos asociados a los retos estratégico para la hipótesis tales como: identificar y aprovechar las ERNC y reconocer oportunidades de proyectos energéticos son congruentes con los actores, así también, por el lado ambiental, desarrollar proyectos de generación de electricidad con el menor impacto ambiental y la obtención de apoyo por parte de las instituciones nacionales e internacionales también son congruentes.

Los expertos opinaron, que la probabilidad promedio simple que ocurra que las fuentes energéticas fomenten la inversión es 43% para los próximos 10 años (ver Cuadro 4.97). Dicho valor se distribuye de acuerdo al histograma de probabilidades simples (ver Figura 4.55).

Cuadro 4.97 Probabilidades de ocurrencias de la “Hipótesis 4” simple y condicional.

HIPÓTESIS	SIMPLE	CONDICIONAL	
		SI	NO
H1		71%	33%
H2		81%	33%
H3		67%	31%
H4	43%		
H5		73%	27%
H6		61%	29%

Fuente. Elaboración propia. Valores obtenidos del Software SMIC-PROB-EXPERT

Donde:

SI: Probabilidad que se realice la Hipótesis 2, si ocurren las hipótesis H_i , $i=1,2,3,5,6$

NO: Probabilidad que se realice la Hipótesis 2, si no ocurren las hipótesis H_i , $i=1,2,3,5,6$

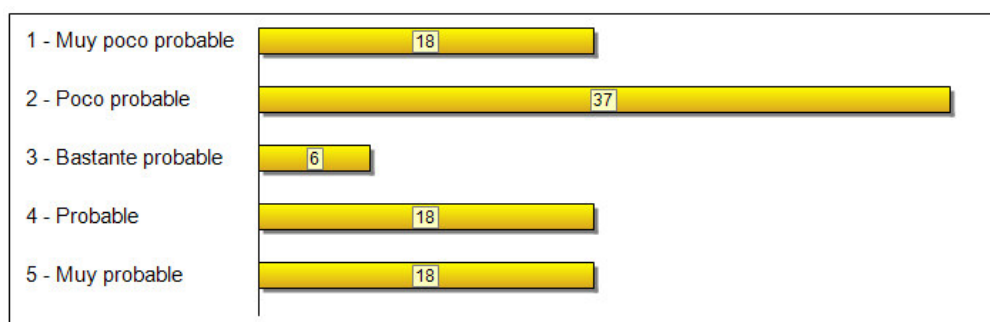


Figura 4.55 Histograma de probabilidades simples de la Hipótesis 4. SMIC-PROB-EXPERT

Del Cuadro 4.94 podemos afirmar, que los expertos han estimado una probabilidad muy débil respecto a que las fuentes de energías renovables con poco impacto ambiental fomentan la inversión. Dicha probabilidad se incrementa si las demás hipótesis ocurrieran en simultáneo (ver Figura 4.56); teniendo mayor impacto con la participación del gobierno con un 81%, así también, existe un buen nivel de probabilidad con una buena normatividad con un 73%. El valor disminuye si las demás hipótesis no ocurrieran en simultáneo, afectando con mayor intensidad con ausencia de una adecuada normatividad 27%.

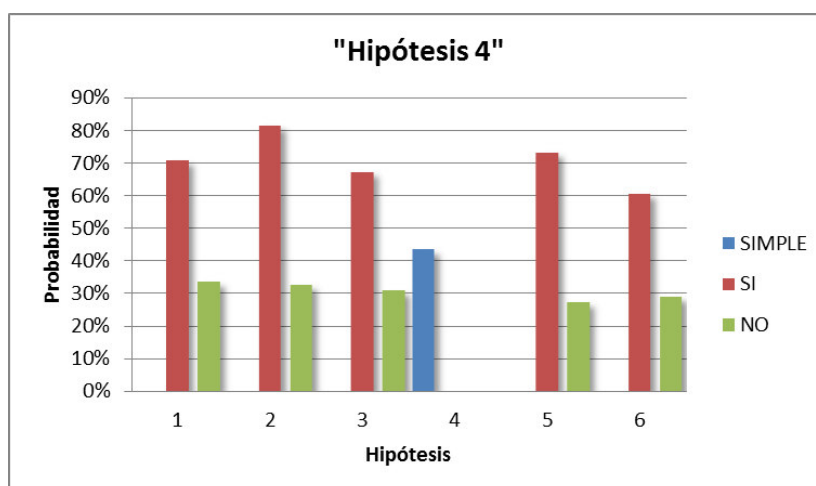


Figura 4.56 Gráfico de probabilidades de ocurrencia para la “Hipótesis 4” de manera simple y condicional. (Elaboración propia).

Alta-Torre (2014) presidente de la cámara de comercio Nórdica, manifestó el interés de fomentar el desarrollo de las nuevas tecnologías para las empresas peruanas y en promover el uso de soluciones energéticas que no perjudiquen el bienestar del planeta, y para cubrir el 20% de la población del Perú que aún no cuenta con energía eléctrica en sus domicilios, la solución es utilizar energía renovable como las que aprovecha los paneles solares, afirmo también, que en los próximos años crecerá el uso de las energías renovables.

Es importante destacar que el Perú es un país con buen potencial energético especialmente con el sol y viento, los cuales pueden ser aprovechados con la menor inversión respecto a otros tipos de energías renovables como la geotermia.

En base al análisis anterior y considerando que la probabilidad simple está muy cerca al 50%, se válida la hipótesis 4, es decir, las fuentes de energías renovables con poco impacto ambiental fomentan la inversión. Dicha hipótesis tiene efecto en el corto plazo, aprovechando el impacto sobre el cuidado del medio ambiente y las tendencias al uso de las energías limpias para la generación de la energía.

H5: “Implementar una normatividad adecuada, promoverá la inversión”.

La hipótesis 5 considera como variable las “Normas regulatorias”, resultando del tipo determinante por su buen nivel de motricidad pero de baja dependencia. Dicha característica le permite modificar la tendencia de otras variables, de tal manera, que si se cuenta con una normatividad que fomente la participación del sector privado, contribuirá a la sostenibilidad energética en las zonas rurales. Es importante destacar que la variable es aplicable en el corto plazo al no haber cambiado su posición en sus relaciones potenciales de manera sustancial (ver Figura 4.12).

Para la variable Normas regulatorias no se identificaron actores claves, sin embargo, los Inversionistas destacan por su alto nivel de influencia y las Autoridades de gobierno por su alto nivel de dependencia (ver Figura 4.41).

Así también se destaca, que los Inversionistas presentan fuerte nivel de convergencia con los demás actores, de tal manera que pueden influir sobre las Autoridades de gobierno para que las normas sean las adecuadas que fomenten la inversión y participación de todos los actores directos e indirectos.

El análisis de la variable de la hipótesis también indica, que para lograr normas que permitan promover el desarrollo de proyectos energéticos utilizando las ERNC es necesario también, incentivar al sector privado para invertir en dichos proyectos.

Los expertos consideran, que en los próximos 10 años la probabilidad promedio simple que se tengan normas adecuadas que promuevan la inversión es de 47% (ver Cuadro 4.98).

Dichas opiniones provienen de la distribución probabilidades simples (ver Figura 4.57).

Cuadro 4.98 Probabilidades de ocurrencias de la “Hipótesis 5” simple y condicional.

HIPÓTESIS	SIMPLE	CONDICIONAL	
		SI	NO
H1		73%	28%
H2		85%	26%
H3		68%	27%
H4		67%	22%
H5	47%		
H6		62%	26%

Fuente. Elaboración propia. Valores obtenidos del Software SMIC-PROB-EXPERT

Donde:

SI: Probabilidad que se realice la Hipótesis 2, si ocurren las hipótesis H_i , $i=1,2,3,4,6$

NO: Probabilidad que se realice la Hipótesis 2, si no ocurren las hipótesis H_i , $i=1,2,3,4,6$

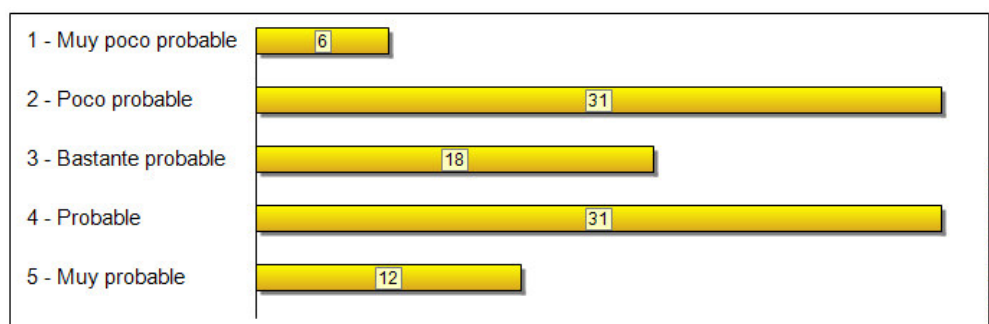


Figura 4.57 Histograma de probabilidades simples de la Hipótesis 5. SMIC-PROB-EXPERT

Considerando el Cuadro 4.94 y de acuerdo a la opinión de los expertos, el aspecto normativo resultó con un nivel muy débil, lo cual significa, que se requiere por parte del gobierno en el corto plazo (los próximos 5 años), trabajar en la revisión de las normas vigentes para fomentar al sector privado en su participación, de tal manera que permita que dicho sector invierta y logre rentabilidad y se obtenga la sostenibilidad energética en las zonas rurales.

La probabilidad se convierte en fuerte 85%, si el gobierno implementa mejores normas (ver Figura 4.58); así también

mejora la probabilidad, si el sector privado se interesa en invertir, se aprovecha las potenciales fuentes energéticas y el sector financiero tiene un protagonismo en el apoyo para el desarrollo de los proyectos. El valor disminuye si las demás hipótesis no ocurrieran en simultáneo, afectando casi por igual al alrededor del 27%.

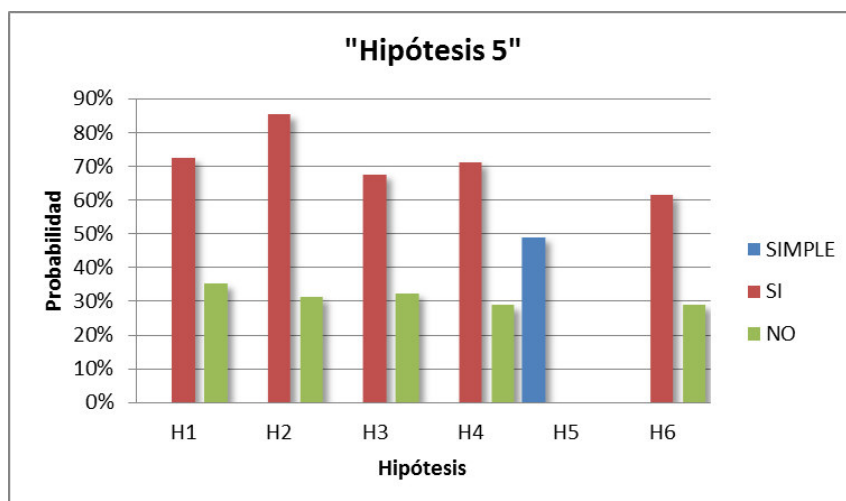


Figura 4.58 Gráfico de probabilidades de ocurrencia para la “Hipótesis 5” de manera simple y condicional. (Elaboración propia).

El gobierno está demostrando dentro de sus planes energéticos una política con inclusión social, el cual es el punto de partida para continuar en la búsqueda de estrategias de mayor participación de otros sectores, principalmente el sector privado, quienes deberán aprovechar las normas que el gobierno establezca y darle la sostenibilidad energética a las zonas menos favorecidas. Es así que el Ministerio de Energía y Minas (2013) adquirirá 500 mil paneles solares para todo el país por un valor estimado de 560 millones de dólares con participación de la inversión privada. Dichos proyectos con energías renovables, biomasa y paneles solares deben entrar en operación paulatinamente hasta el 2016.

De los resultados del análisis anterior y de acuerdo al comportamiento que viene mostrando el gobierno de turno, respecto a la hipótesis 5 se concluye, que la factibilidad que el gobierno implemente normas adecuadas que promueva la inversión en los próximos años es válida.

H6: “La participación activa de fabricantes y proveedores de equipos fomenta la inversión”.

La hipótesis 6 considera como variable a los “Proveedores de equipos”, resultando del tipo reguladora por su ubicación en la zona central del plano de influencia-dependencia de las relaciones directas. Se caracteriza por tener un nivel de motricidad y dependencia intermedia y se comporta similar a una llave de paso para alcanzar el cumplimiento de las variables claves.

La variable al haber disminuido ligeramente su nivel de motricidad y aumentado el de dependencia en sus relaciones potenciales (ver Figura 4.12) podemos considerar, que tendrá sus efecto en el largo plazo.

Para la variable Proveedores de equipos no se identificaron actores claves, sin embargo, los Inversionistas y las Entidades financieras destacan por su alto nivel de influencia y los Proveedores de equipos por su alto nivel de dependencia (ver Figura 4.45). Dicha distribución significa, que los actores motrices deben fomentar la participación de los proveedores de equipos a través del desarrollo de proyectos energéticos.

Se identificó también, que los Inversionistas y las Entidades financieras presentan relaciones de fuerza en el aspecto económico, mientras que los Proveedores de equipos y los Inversionistas presentan mejor nivel de convergencia, por su

relación con los proyectos de ingeniería que son afines entre ellos.

Para esta hipótesis, los expertos consideran, que en los próximos 10 años la probabilidad promedio simple que se logre la participación de los fabricantes y proveedores de equipos en los proyectos desarrollados ya sea por el gobierno o sector privado es de 43% (ver Cuadro 4.99). Dichas opiniones provienen de la distribución probabilidades simples (ver Figura 4.59).

Cuadro 4.99 Probabilidades de ocurrencias de la “Hipótesis 6” simple y condicional.

HIPÓTESIS	SIMPLE	CONDICIONAL	
		SI	NO
H1		69%	35%
H2		79%	35%
H3		67%	32%
H4		62%	30%
H5		68%	31%
H6	43%		

Fuente. Elaboración propia. Valores obtenidos del Software SMIC-PROB-EXPERT

Donde:

SI: Probabilidad que se realice la Hipótesis 2, si ocurren las hipótesis H_i , $i=1,2,3,4,5$

NO: Probabilidad que se realice la Hipótesis 2, si no ocurren las hipótesis H_i , $i=1,2,3,4,5$

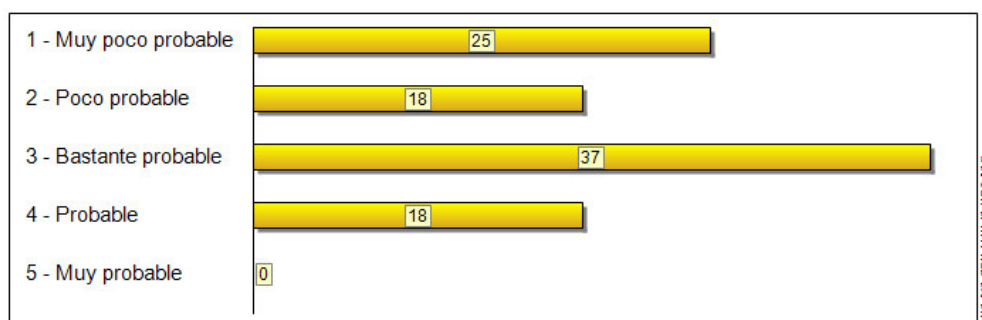


Figura 4.59 Histograma de probabilidades simples de la Hipótesis 6. SMIC-PROB-EXPERT

De acuerdo a la opinión de los expertos, la participación de los fabricantes y proveedores de equipos, es de un nivel muy débil,

lo cual significa, evaluar las diferentes oportunidades para involucrarlos en los proyectos, pudiendo ser mediante sociedades estratégicas con las empresas desde la identificación de las mejores soluciones energéticas, asesoría para la implementación de los proyectos, soporte financiero, hasta la capacitación de los recursos humanos a través de la capacitación nacional e internacional. Estas actividades deberían ser planificadas en el mediano y largo plazo.

La probabilidad se convierte en fuerte 79%, si el gobierno promueve la inversión (ver Figura 4.60); así también mejora la probabilidad, si las otras hipótesis tiene un efecto positivo. El valor disminuye si las demás hipótesis no ocurrieran en simultáneo, afectando con mayor intensidad si no existirán potenciales fuentes energéticas, con un valor de 30%.

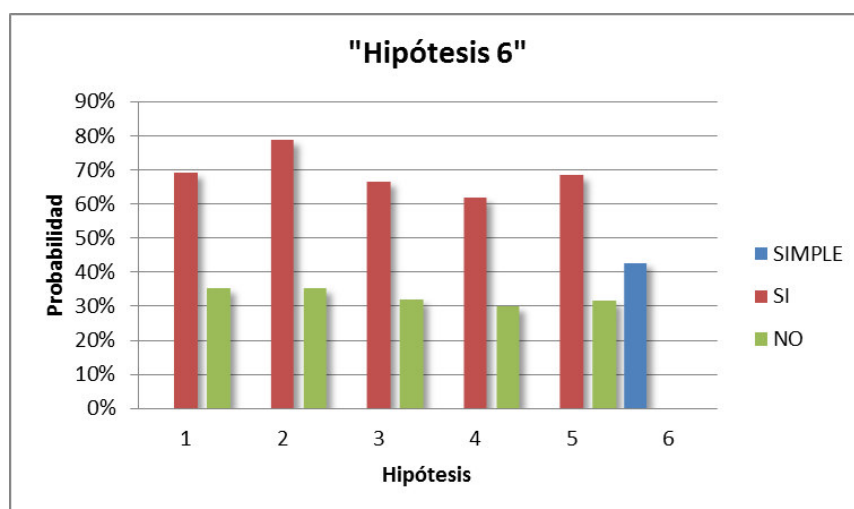


Figura 4.60 Gráfico de probabilidades de ocurrencia para la “Hipótesis 6” de manera simple y condicional. (Elaboración propia).

Es importante destacar, que periódicamente se están desarrollando diversos eventos organizado por la Cámara de Comercio e Industria Peruano-Alemana y el Colegio de Ingenieros relacionado a la presentación de empresas internacionales, con el fin de evaluar oportunidades de negocio

con empresas del país para insertar en el mercado sus equipos, dando el soporte técnico-económico.

Del análisis anterior y de acuerdo al interés de empresas internacionales de hacer negocio con empresas peruanas, la hipótesis 5 es válida en el largo plazo.

4.2.2 Validación de hipótesis principal

Considerando que todas la hipótesis específicas fueron validadas, estando relacionada a la hipótesis principal, y de los valores obtenidos de las probabilidades “netas” (ver Cuadro 4.100), se observa que se encuentran alrededor del 50%, mejorando dichas probabilidades cuando en simultáneo se manifiestan las otras hipótesis y disminuyendo cuando no se cumplen, Así también, de los acontecimientos ocurridos en relación al desarrollo de proyectos energéticos en zonas rurales y de las opiniones explícitas de los expertos, se concluye la validación de la factibilidad de ocurrencia de la hipótesis principal que establece, para “viabilizar el desarrollo de proyectos energéticos para la generación de electricidad utilizando las ERNC en las zonas rurales del Perú, dependerá del análisis sistémico de las variables sociopolíticos, económicas y tecnológicos”.

El estudio ha permitido determinar las variables claves resultando:

- V1.2 : Participación del sector privado.
- V1.3 : Gestión de los gobiernos.
- V2.1 : Inversión.
- V2.2 : Financieros.
- V3.1 : Recursos energéticos renovables.

V3.2 : Ambientales.

V3.3 : Normas regulatorias.

V3.4 : Proveedores de equipos.

Las cuales algunas de ellas son variables reguladoras y objetivos, caracterizándose por tener un comportamiento del tipo llaves de paso para alcanzar el cumplimiento de las variables claves, mientras que otras por su nivel de dependencia y medianamente motrices pueden influir para que su evolución sea como mejor se desea. Sin embargo, dichas variables pueden ser controladas de acuerdo al análisis de estrategia de actores.

Es importante señalar que el sistema resulto inestable, como consecuencia del tipo de comportamiento de las variables en sus diferentes niveles de influencia y dependencia. El modo como dichas variables se desarrollen interactuando entre ellas, permitirá el éxito a la consecución de los objetivos del estudio.

También existe una buena predisposición de los actores a cumplir sus retos estratégicos a través de sus objetivos asociados, acciones que permitirían la viabilidad de las hipótesis específicas y por consiguiente la principal.

Cuadro 4.100 Probabilidades de ocurrencias simple y condicional de las hipótesis específicas.

Hipótesis específicas	Probabilidades simples y condicionales											
	H1		H2		H3		H4		H5		H6	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
H1	50%	0%	71%	25%	69%	33%	71%	33%	73%	28%	69%	35%
H2	77%	31%	54%	0%	82%	29%	81%	33%	85%	26%	79%	35%
H3	65%	29%	71%	18%	47%	0%	67%	31%	68%	27%	67%	32%
H4	62%	25%	66%	17%	63%	27%	43%	0%	67%	22%	62%	30%
H5	70%	25%	75%	16%	69%	28%	73%	27%	47%	0%	68%	31%
H6	59%	26%	62%	20%	61%	27%	61%	29%	62%	26%	43%	0%

Fuente. Elaboración propia. Valores obtenidos del Software SMIC-PROB-EXPERT

4.2.3 Análisis de sensibilidad de las hipótesis

GODET (1993) del Manual de prospectiva y estrategia “*De la anticipación a la acción*” señala, el análisis de sensibilidad permite identificar el nivel en que los eventos son influyentes y dependientes. Para su cálculo se determina la variación ΔP_j de la probabilidad P_j del acontecimiento “j” como consecuencia de una variación ΔP_i de la probabilidad P_i del acontecimiento “i”.

$$e(ij) = \frac{P(i) \cdot \Delta P(j)}{P(j) \cdot \Delta P(i)}$$

El Cuadro 4.101 presenta la matriz de elasticidad de todas las hipótesis; los valores provienen del cálculo efectuado por el software SMIC-PROB-EXPERT. Los totales marginales en línea horizontal indica, la suma (en valor absoluto) de las variaciones relativas deducidas sobre las probabilidades de otras hipótesis. Esta suma significa la motricidad de la hipótesis “i” sobre las otras. De la misma manera, los totales marginales en columna permiten apreciar la dependencia de las hipótesis.

Cuadro 4.101 Matriz de elasticidad de hipótesis.

HIPÓTESIS	H1	H2	H3	H4	H5	H6	Nivel de motricidad
H1: La participación del sector privado con proyectos de inversión que les permita una rentabilidad económica, favorecerá el desarrollo sostenible de las zonas rurales	100.0%	0.0%	0.7%	-0.5%	2.1%	0.2%	3.4%
H2: Si el gobierno promueve la inversión para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC, mejorará la calidad de vida en las zonas rurales	5.2%	100.0%	16.1%	12.5%	18.0%	13.5%	65.4%
H3: Proyectos energéticos de bajo costo utilizando las ERNC en zonas rurales, así como el acceso a su financiamiento, contribuye a la inversión	-2.1%	3.7%	100.0%	0.7%	1.3%	1.7%	9.6%
H4: Potenciales fuentes de energías renovables con poco impacto ambiental fomenta la inversión	-1.8%	1.6%	0.7%	100.0%	4.2%	1.6%	9.9%
H5: Implementar una normatividad adecuada, promoverá la inversión	-0.1%	3.7%	1.0%	4.3%	100.0%	2.1%	11.3%
H6: La participación activa de fabricantes y proveedores de equipos fomenta la inversión	-2.4%	-0.6%	-0.9%	-0.9%	-0.1%	100.0%	5.0%
Nivel de dependencia	11.7%	9.6%	19.4%	18.9%	25.8%	19.1%	

Fuente. Elaboración propia. Valores obtenidos del Software SMIC-PROB-EXPERT a partir de la opinión de expertos.

Por consiguiente, el análisis de sensibilidad permite reconocer las hipótesis que hay que ayudar o impedir, para que el sistema

se desarrolle en el objetivo deseado. Los cálculos se han hecho con un paso $\Delta P_i = + 10\%$ para cada evento.

Las figuras 4.61 y 4.62 muestran los histogramas de sensibilidad de influencia y dependencia de las hipótesis respectivamente. Así por ejemplo, se observa que la participación del gobierno tiene un impacto influyente del 65,4% sin embargo, la participación del sector privado tiene una influencia baja del orden del 3,4%. Por otro lado, se destaca que el aspecto normativo es más dependiente que los demás con 25,8%.

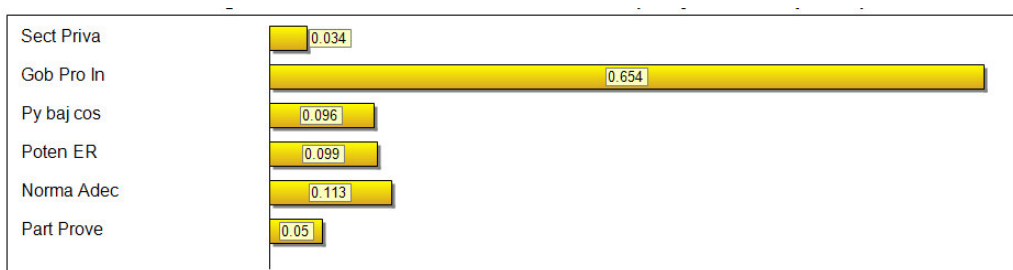


Figura 4.61 Histograma de sensibilidad de influencia de hipótesis (conjunto de expertos). Software SMIC-PROB-EXPERT

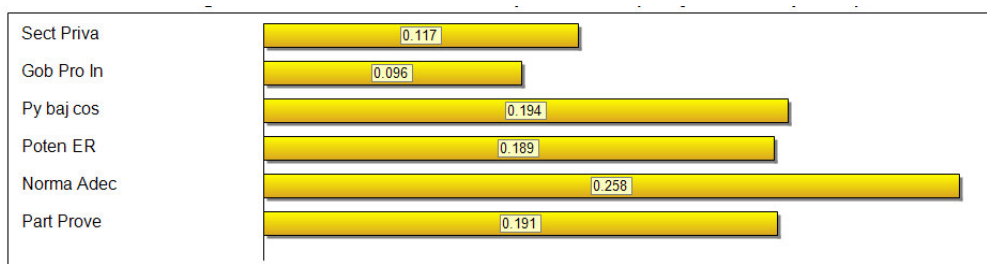


Figura 4.62 Histograma de sensibilidad de dependencia de hipótesis (conjunto de expertos). Software SMIC-PROB-EXPERT

Es importante destacar, que si la probabilidad promedio simple de ocurrencia de la participación del gobierno se incrementa en 10%, se espera que afecte sobre la normatividad en 18% y sobre la participación del sector privado en 5,2%.

En lo que respecta a los valores negativos, significa un retroceso ante una variación de la hipótesis asociada. Sin embargo, dado

que los valores son muy pequeños en su mayoría, menores que 1, no se toman en cuenta en el análisis.

Considerando que se requiere potenciar la participación del sector privado para el desarrollo de los proyectos, y de acuerdo al cuadro de sensibilidad, el único elemento que podría modificar las decisiones es el gobierno con un 5,2%, especialmente el central por el apoyo económico inicial.

4.3 Interpretación y análisis de los escenarios exploratorios

La síntesis general de escenarios según probabilidad promedio de ocurrencia (ver Cuadro 4.102), generado por el software Smic Prob Expert, muestra las 64 posibles escenarios de la combinatoria de 6 hipótesis con su promedio general; en el Anexo 21 se presenta en su forma de histograma.

Cuadro 4.102 **Síntesis general de escenarios según probabilidad promedio de ocurrencia.**

Nº	Escenario	Probabilidad del escenario (%)
64	0 0 0 0 0 0	27,3%
1	1 1 1 1 1 1	8,4%
2	1 1 1 1 1 0	5,7%
5	1 1 1 0 1 1	4,1%
33	0 1 1 1 1 1	4,0%
9	1 1 0 1 1 1	3,8%
3	1 1 1 1 0 1	3,4%
6	1 1 1 0 1 0	2,5%
32	1 0 0 0 0 0	2,0%
10	1 1 0 1 1 0	1,9%
17	1 0 1 1 1 1	1,8%
63	0 0 0 0 0 1	1,7%
13	1 1 0 0 1 1	1,6%
34	0 1 1 1 1 0	1,5%
7	1 1 1 0 0 1	1,4%
56	0 0 1 0 0 0	1,4%
14	1 1 0 0 1 0	1,3%
31	1 0 0 0 0 1	1,3%
37	0 1 1 0 1 1	1,3%

4	1	1	1	1	0	0	1,2%
28	1	0	0	1	0	0	1,1%
44	0	1	0	1	0	0	1,1%
35	0	1	1	1	0	1	1,0%
8	1	1	1	0	0	0	0,9%
11	1	1	0	1	0	1	0,9%
24	1	0	1	0	0	0	0,9%
26	1	0	0	1	1	0	0,9%
40	0	1	1	0	0	0	0,9%
41	0	1	0	1	1	1	0,9%
42	0	1	0	1	1	0	0,9%
25	1	0	0	1	1	1	0,8%
38	0	1	1	0	1	0	0,8%
39	0	1	1	0	0	1	0,8%
45	0	1	0	0	1	1	0,8%
60	0	0	0	1	0	0	0,8%
55	0	0	1	0	0	1	0,7%
52	0	0	1	1	0	0	0,6%
59	0	0	0	1	0	1	0,6%
15	1	1	0	0	0	1	0,5%
16	1	1	0	0	0	0	0,5%
23	1	0	1	0	0	1	0,5%
29	1	0	0	0	1	1	0,5%
46	0	1	0	0	1	0	0,5%
21	1	0	1	0	1	1	0,4%
30	1	0	0	0	1	0	0,4%
36	0	1	1	1	0	0	0,4%
47	0	1	0	0	0	1	0,4%
18	1	0	1	1	1	0	0,3%
22	1	0	1	0	1	0	0,3%
50	0	0	1	1	1	0	0,3%
54	0	0	1	0	1	0	0,3%
61	0	0	0	0	1	1	0,3%
62	0	0	0	0	1	0	0,3%
12	1	1	0	1	0	0	0,2%
20	1	0	1	1	0	0	0,2%
49	0	0	1	1	1	1	0,2%
53	0	0	1	0	1	1	0,2%
58	0	0	0	1	1	0	0,2%
19	1	0	1	1	0	1	0,1%
27	1	0	0	1	0	1	0,1%
43	0	1	0	1	0	1	0,1%
48	0	1	0	0	0	0	0,1%
57	0	0	0	1	1	1	0,1%
51	0	0	1	1	0	1	0,0%

Fuente. Elaboración propia. SMIC-PROB-EXPERT

A continuación se analiza escenarios extremos y contrastados:

Escenario 64: 000000

Es una situación extrema donde considera, que ninguna hipótesis pueda ocurrir en simultáneo y su probabilidad de ocurrencia es la mayor dentro de todas con 27,3%.

Considerando las probabilidades simples de ocurrencia por hipótesis y las condiciones actuales del entorno, observamos que el gobierno por su misión de inclusión social promoverá la inversión privada en el corto plazo, así también, está demostrado que el país cuenta con importante potenciales energéticos renovables que lo hace atractivo a la inversión. Dichos antecedentes, justifican que el escenario no se presentará en el futuro, quedando descartado para su consideración posterior.

Escenario 1: 111111

También es una situación extrema donde considera, que todas las hipótesis ocurrirán en simultáneo y su probabilidad de ocurrencia es el segundo de mayor valor 8,4%.

La probabilidad de ocurrencias del escenario en el largo plazo no se descarta, en la medida que los actores de las variables de las hipótesis logren encontrar las condiciones favorables para su desarrollo; que el gobierno como actor clave tenga una fuerte participación en la promoción de los proyectos, especialmente dirigido al sector privado para lograr su sostenibilidad y tratando de mitigar las barreras que puedan atenuar la viabilidad de los proyectos. Por consiguiente, se espera que en el futuro en el largo plazo, se cumplan en lo posible todas las hipótesis que favorezcan la viabilidad del presente estudio.

Escenario 51: 001101

Es un escenario que ante la ocurrencia que los proyectos energéticos bajen su costo y se tenga acceso al financiamiento; exista potenciales

fuentes energéticas renovables con poco impacto ambiental y ocurra la participación activa de los fabricantes y proveedores de equipos, no es posible que se den las otras hipótesis, es decir, la participación del sector privado con proyectos de inversión, que el gobierno promueva la inversión y que no existan normas adecuadas que fomenten la inversión. Dicho escenario es poco probable que suceda, si los actores principales como el sector privado y el gobierno no manifiestan su participación activa, siendo ellos quienes decidirán la viabilidad de los proyectos. El resultado para esta condición fue de 0%.

Sin embargo, si consideramos que también ocurriera que el gobierno promoviera la inversión (escenario 35), la probabilidad de ocurrencia sube al 1%. Por otro lado, si ocurriera que el sector privado tenga una participación activa (escenario 19), su probabilidad sube ligeramente al 0,1%. Finalmente si ambos ocurrieran en simultáneo (escenario 3), la probabilidad crece al 3,4%. Por consiguiente, es un escenario que se descarta por su baja probabilidad de ocurrencia.

Escenario 33: 011111 y Escenario 32: 100000

Los escenarios 33 y 32 contrastados por la hipótesis Participación del sector privado presentan probabilidades de 4,0% y 2,0% respectivamente. Se observa también, que la combinación de la hipótesis 1 con cada uno del resto de las hipótesis no supera el 1,3%, lo que significa que dichas combinaciones no aportan a un mejor escenario.

Escenario 3: 111101 y Escenario 62: 000010

Con respecto a la implementación de Normas adecuadas (hipótesis 5), se ha obtenido que con solamente la presencia de ella, su efecto es mínimo 0.3% de probabilidad, sin embargo, con la presencia del resto de las hipótesis pero sin la normatividad la probabilidad combinada crece a 3,4%.

En un análisis de combinaciones, considerando la presencia de la normatividad con el resto de las hipótesis independientemente, no muestra mejora en un escenario llegando a un 0,5% de probabilidad como máximo. Sin embargo cuando hay la presencia del sector privado, el gobierno y la normatividad, el escenario presenta un 1,3% de probabilidad, mejorando aún si incluidos la hipótesis económico-financiera que llega hasta 2,5%.

Por lo tanto podemos concluir, que el efecto de la normatividad por sí solo no representa un importante avance en la viabilidad del estudio, su efecto se manifiesta en la combinación con las demás hipótesis.

Escenario 5: 111011 y Escenario 60: 000100

Los escenarios contrastados 5 y 60 respecto a la presencia de las Fuentes energéticas renovables con poco impacto ambiental, resultaron muy diferenciados en sus probabilidades de escenarios, con 4,1% cuando se cumplen todas las hipótesis pero sin la hipótesis ambiental y con 0,8% de probabilidad en la situación opuesta.

Considerando otros escenarios de combinaciones de hipótesis, se observa que si el aspecto energías renovable participa con cada una de las demás, se obtiene una mejora como máximo del 1,1%, dándose con la participación del sector privado o el gobierno. Sin embargo, se puede mejorar incluyendo otras hipótesis.

En consecuencia se concluye que el efecto de las fuentes renovables tiene impacto en los escenarios cuando trabajan combinadas con las otras hipótesis, fundamentalmente con la participación del sector privado y el gobierno.

Escenario 2: 111110 y Escenario 63: 000001

Ambos escenarios 2 y 63 contrastados por la hipótesis Participación de fabricantes y proveedores de equipos, resultaron con 5,7% y 1,7% de probabilidad respectivamente. Resulto también, que en 27 escenarios de 32 en total donde considera la hipótesis 3, su probabilidad no supera el 2%.

Por consiguiente podemos concluir, que los expertos han considerado la participación de los fabricantes y proveedores como una componente que suma a la viabilidad del estudio, pero no obligatoria.

Tipos de escenarios

La elección de escenarios que permita proponer el modelo estratégico que viabilice el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales del Perú, se basa considerando todas aquellas soluciones con las más altas probabilidades de ocurrencia de hipótesis, calculas por el software SMIC, y del conjunto de soluciones que al menos sumen el 60% de las probabilidades totales (ver Cuadro 4.103)

Cuadro 4.103 Escenarios con la mayor probabilidad y cuya suma acumulada es al menos 60%

Nº	Escenario	Probabilidad del escenario (%)	Probabilidad acumulada (%)
64	0 0 0 0 0 0	27,3%	27,3%
1	1 1 1 1 1 1	8,4%	35,7%
2	1 1 1 1 1 0	5,7%	41,4%
5	1 1 1 0 1 1	4,1%	45,5%
33	0 1 1 1 1 1	4,0%	49,5%
9	1 1 0 1 1 1	3,8%	53,3%
3	1 1 1 1 0 1	3,4%	56,7%
6	1 1 1 0 1 0	2,5%	59,2%
32	1 0 0 0 0 0	2,0%	61,2%

Fuente. Elaboración propia. SMIC-PROB-EXPERT

4.3.1 Primer Escenario (27,3%): “Continuando en las tinieblas” (64)

Algunas zonas rurales del país con pobladores en condiciones de pobreza y extrema pobreza, aún continúan con la falta de electricidad, debido a que no es factible económicamente desarrollar proyectos de electrificación en zonas aisladas con energía proveniente de los sistemas interconectados o distribuidos. Los pobladores seguirán teniendo una mala calidad de vida, sin acceso a las comunicaciones, sin recursos económicos y estarán al margen de ser comunidades productivas para su desarrollo interno y del país. Este panorama incierto, se debe a los siguientes hechos:

El sector privado no se interesa en desarrollar proyectos de generación de electricidad con las ERNC para atender a la población rural sin energía. Su desinterés se debe a que no encuentran las condiciones que le permita garantizar su inversión para obtener una rentabilidad económica a corto o mediano plazo.

El gobierno no promueve la inversión para que el sector privado o instituciones se interesen en desarrollar proyectos energéticos utilizando las ERNC. Como consecuencia, no existe una normatividad adecuada que fomente la inversión, de tal manera de mejorar la calidad de vida de los pobladores de las zonas rurales sin energía. La política de inclusión social, sólo considera proyectos focalizados en el uso de paneles solares para atender a algunas familias, pero sin un aseguramiento de su desarrollo sostenible en el tiempo.

A pesar que en los últimos años los precios de los equipos de los sistemas que permiten generar electricidad a través de fuentes primarias como el sol y viento se han reducido,

especialmente los paneles solares, no se están aprovechando de manera intensiva. Así también, no existe una participación del sector financiero para facilitar el recurso económico que permita su financiamiento de los proyectos.

Existe en el país un potencial energético renovable con poco impacto ambiental, especialmente en las zonas donde se necesita energía. Esta condición importante para el desarrollo de proyectos está disponible para ser aprovechado en cualquier momento, sin embargo, no hay una buena difusión que permita fomentar la inversión por quienes buscan desarrollar proyectos para aprovechar los Mecanismo de Desarrollo Limpio, u otras ventajas que tiene el desarrollar proyectos con energías limpias.

Así también, no hay una participación activa de los fabricantes y proveedores de equipos, ellos están sólo a la expectativa de ser convocados en licitaciones o consultorías.

4.3.2 Segundo Escenario (8,4%): “Asegurando la sostenibilidad energética rural” (1)

Las zonas rurales menos favorecidas energéticamente del país, encuentran oportunidades de mejorar su calidad de vida. El acceso a la electricidad les permite desarrollar mejor las actividades en el hogar y productivas; aprovechan horas de la noche para que los miembros de la familia estudien, realicen actividades de ocio, incluso trabajos manuales y artesanales que les genere recursos económicos.

Los pobladores de las comunidades disponen de mejores condiciones para su salud y educación. La postas ya pueden conservar las medicinas, hacer uso de equipo médico que funciona con electricidad. Los colegios pueden recibir apoyo del

gobierno para utilizar computadoras, equipos multimedia, laboratorios, etc.

La población rural cuenta con oportunidades de generar productividad con actividades artesanales de su zona, se crean microempresas para la comercialización de sus productos con el apoyo de los gobiernos regionales y central del país.

El sector privado encuentra las condiciones para invertir en el desarrollo de proyectos de generación de electricidad y electrificación en zonas rurales, donde reciben apoyo económico proveniente del gobierno e instituciones nacionales e internacionales, principalmente en la etapa inicial del proyecto. Empiezan a darse concesiones a privados para generar ampliaciones energéticas logrando una sostenibilidad energética en las zonas rurales.

En la primera etapa, los proyectos se inician en las zonas rurales con capacidad productiva, donde pueden pagar por el consumo de la electricidad a las empresas que han invertido en proyectos energéticos en corto plazo. En una segunda etapa, se favorece a la población en condiciones de pobreza, integrándose paulatinamente en la medida que los primeros van consolidando su desarrollo. En la tercera etapa, se integran también paulatinamente la población en extrema pobreza, estos últimos estarán subvencionados en sus tarifas.

El gobierno intensifica su política energética de inclusión social para las zonas rurales en situación de pobreza y extrema pobreza. Establece acciones normativas que promueve la inversión en el sector privado interesados en el desarrollo de proyectos energéticos en las zonas. El coeficiente de electrificación mejora hasta niveles superiores al 95% en 10 años.

La participación del gobierno incluye los Ministerios de Desarrollo e Inclusión Social, Ministerio de Energía y Minas, Ministerio de la Producción, Ministerio de Agricultura y Riego y otras instituciones, quienes contribuyen a fomentar la producción de bienes producidos en las zonas rurales, siendo el estado el primer consumidor de los bienes que se producen con el uso de la energía eléctrica proveniente de los proyectos energéticos implementados por el sector privado.

La política del gobierno contempla inicialmente una fuerte contribución económica en los proyectos energéticos desarrollados por el sector privado, incluyendo los fondos internacionales obtenidos para estos tipos de proyectos, de tal manera, que el sector privado pueda iniciar su inversión y darle una sostenibilidad energética a las zonas de inclusión. En un período de tiempo establecido, los inversores en energía deberán mantenerse con sus propios recursos y generar mayor cobertura de electrificación.

El gobierno fomenta la investigación en la universidad e institutos en proyectos energéticos para zonas rurales. La participación de las instituciones académicas se realiza mediante los fondos como el FinCyt, FondeCyt, Concytec, etc. Los estudios estarán a disposición de las empresas que invertirán para el desarrollo de proyectos.

La disminución de precios de los equipos que se utilizan para generar electricidad utilizando las ERNC, sumado con las economías de escala y el respaldo del sector financiero, permite las mejores condiciones económicas para lograr el retorno de la inversión en menores tiempos y hacer más atractivo el negocio energético rural.

El buen potencial energético renovable que el país dispone como el sol, viento, biomasa, geotermia, permiten tener una diversidad de oportunidades para el desarrollo de proyectos de generación eléctrica; los estudios técnico-económicos determinaran cuales son los más convenientes para cada zona.

Proyectos energéticos de poco impacto ambiental, como son aquellos que utilizan las ERNC, contribuye a su desarrollo. Países desarrollados a través de instituciones benéficas apoyan económicamente con su implementación y las empresas industriales a través de MDL.

Los fabricantes y proveedores de equipos se benefician con las ventas de sus productos. Su participación en los proyectos es muy activa, dando soporte tecnológico, asesoramiento, mantenimiento y operación de los equipos y capacitación a los RRHH del país, pudiendo ser nacional e internacional.

4.3.3 Tercer Escenario (5,7%): “En búsqueda de socios estratégicos” (2)

El sector privado invierte en proyectos para generar electricidad con fuentes renovables que contribuye con el desarrollo de las zonas rurales. Su inversión con el apoyo del gobierno le permite una rentabilidad económica.

El gobierno como parte de su política de inclusión social en el aspecto energético, promueve la inversión para que el sector privado desarrolle proyectos en zonas rurales. Las normas conducentes a fomentar los proyectos, contribuye efectivamente.

Los equipos de los sistemas energéticos para producir electricidad con ERNC han disminuido su costo con respecto a

años anteriores. El sector financiero contribuye también con dar las facilidades financieras al sector privado para el desarrollo de los proyectos.

El país cuenta con variadas fuentes de energías renovables de poco impacto ambiental, los cuales son aprovechados por el sector privado y el gobierno para desarrollar proyectos de generación de electricidad en zonas rurales.

No hay una participación activa de los fabricantes y proveedores de equipos en el desarrollo de los proyectos con los inversionistas. Tampoco hay un involucramiento de las empresas que disponen de la tecnología y en algunos casos del asesoramiento con el sector financiero. Se requiere incorporar como socios estratégicos a los proveedores de equipos, que contribuya a sumar esfuerzos para facilitar la consecución de los proyectos.

4.3.4 Cuarto Escenario (4,1%): “Fuentes energéticas” (5)

El presente escenario tiene condiciones similares al escenario 2, con la diferencia de la incertidumbre respecto a sus recursos energéticos renovables.

El país cuenta con excelentes recursos energéticos primarios tales como: viento, sol, geotérmica, hidráulica, etc. sin embargo, no se conocen estadísticas precisas sobre los potenciales energéticos. La información que se dispone son aquella que provienen de estudios de hace mucho tiempo y de aquella, cuya medición son recientes respecto al tiempo que se requiere para considerarlas cifras confiables para el desarrollo de proyectos.

4.3.5 Quinto Escenario (4,0%): “En búsqueda de la sostenibilidad energética” (33)

El sector privado no se decide a invertir en el desarrollo de proyectos energéticos para suministrar de electricidad a zonas rurales, pese a que las condiciones del apoyo económico, normativo por parte del gobierno están dadas, donde la inversión ésta garantizada para una rentabilidad económica. Una de las razones se debe a que no existen experiencias sostenibles al respecto, considerando que la población a quienes están focalizados los proyectos están en situación de pobreza y extrema pobreza.

El gobierno desarrolla una política de fomento para la inversión por parte del sector privado en el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC. Las normas están establecidas de tal manera que promueve la inversión. Disponen de recursos para invertir en la implementación de proyectos que pudieran ser ejecutados por el sector privado para asegurar su sostenibilidad, sin embargo, no existe su iniciativa.

Los precios de los equipos utilizados para los proyectos energéticos con ERNC están disminuyendo debido a la tendencia a nivel internacional a la baja de los precios.

El sector financiero, también está dispuesto a trabajar muy de cerca con el sector privado, facilitando las necesidades financieras necesarias para el desarrollo de los proyectos.

Las fuentes primarias de energías renovables están aseguradas, de acuerdo a los estudios de potencias de ERNC en el Perú, lo cual representa una importante condición que fomenta la inversión.

Los fabricantes y proveedores de equipos, están dispuestos a participar activamente con las empresas que deseen desarrollar proyectos en conjunto. Su participación consiste en dar capacitación, soporte técnico, caso exitosos de proyectos, asesoramiento financiero, etc.

4.3.6 Sexto Escenario (3,8%): “Sin respaldo financiero” (9)

Respecto al escenario 2, el sexto escenario se diferencia por la ausencia del respaldo financiero y por los altos costos de los proyectos, perjudicando su factibilidad económica.

HERMOSILLA (2013) señala, la tecnología para la construcción de los paneles solares ha evolucionado sustancialmente, así como, sus precios. En el 2012 los precios fueron en 1,3 US\$ / Wp y en el año 2013 en 0,74 US\$ / Wp. Los precios se reducen en el orden del 20% cada vez que se duplica la capacidad instalada de la industria.

Lo cual significa que la tendencia es a la disminución de precios tanto en paneles solares como en los sistemas aerogeneradores.

En lo que respecta a la participación del sector financiero para desarrollo de los proyectos, aún no está consolidado por el alto nivel de riesgo que representa en un mercado dirigido al sector en situación de pobreza.

Por lo tanto, el escenario se contradice en el aspecto de costos de los equipos.

4.3.7 Séptimo Escenario (3,4%): “Reglas claras” (3)

El presente escenario considera al sector privado invirtiendo en proyectos energéticos utilizando las ERNC en zonas rurales.

El gobierno promueve al sector privado para la consecución de los proyectos en zonas rurales, sin embargo, las normas no fomentan su desarrollo.

El equipamiento de los sistemas energéticos para producir electricidad con ERNC está disminuyendo de costo con respecto a años anteriores. El sector financiero apoya al sector privado a la inversión.

Existen probadas fuentes de energías renovables en el país aprovechables para generar electricidad y los fabricantes y proveedores de equipos están involucrados en el desarrollo de los proyectos con los inversionistas.

4.3.8 Octavo Escenario (2,5%): “Sin socios y energía” (6)

El presente escenario considera la existencia de fuentes energéticas de poco impacto ambiental, no probadas para su aprovechamiento y conversión en electricidad. Sin embargo, el sector privado implementa proyectos como consecuencia de la promoción y apoyo del gobierno, a través del aporte económico para la inversión y la normatividad.

Por otro lado, los fabricantes y proveedores de equipos no tienen interés en ser un socio estratégico con los inversionistas para colaborar en el desarrollo de proyectos.

4.3.9 Noveno Escenario (2%): “El sector privado a la deriva” (32)

El escenario considera la participación del sector privado desarrollando proyectos en las zonas rurales, aun cuando las demás condiciones son adversas. El gobierno no promueve la

inversión, los costos de los equipos son altos y no hay facilidades al acceso del financiamiento.

Así también, fuentes de energías renovables con poco impacto ambiental no están comprobadas y no hay participación de los fabricantes y proveedores de equipos en los proyectos.

Considerando que es necesario que se cumplan condiciones tales como participación del gobierno, normas que fomenten la inversión, recursos energéticos probados, acceso al financiamiento y reducción de costos de los equipos, el presente escenario es poco probable que ocurra.

4.4 Presentación de Resultados

“Modelo estratégico para viabilizar proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales del Perú, para promover su desarrollo sostenible”

La presente investigación se focalizó en la problemática en que viven, poblaciones de zonas rurales sin energía eléctrica para cubrir sus necesidades básicas y las posibilidades de darles energía utilizando las ERNC de manera sostenible.

Se analizaron las variables con sus actores claves, sus retos estratégicos y la validación de las hipótesis, permitiendo realizar posteriormente, el análisis prospectivo de escenarios, donde se relacionan todas las hipótesis que anteriormente fueron validadas.

El modelo considera el escenario más óptimo, donde todas las hipótesis se cumplen, es decir, lograr el Escenario 1 cuya probabilidad promedio de ocurrencia fue de 8,4%, considerando las recomendaciones que más adelante se proponen.

Es importante destacar, que los valores de probabilidades de ocurrencia, provienen del uso del software SMIC-PROB-EXPERT, habiéndose utilizado como data la opinión de los expertos, respecto a la posibilidad de realización de las hipótesis para un horizonte de 10 años.

El modelo plantea que, para lograr que las comunidades rurales en situación de pobreza tengan acceso a la energía eléctrica, es necesario el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando las ERNC (solares, eólico, hidráulicos, etc.) en zonas rurales. Dichos proyectos deberán ser implementados, gestionados y mantenidos por el sector privado, quienes deberán solicitar la concesión al MEM, el cual en su etapa inicial recibirán un subsidio económico temporal por parte del gobierno, principalmente el central. Además el sector privado deberá contar con el apoyo del sector financiero; la participación de fabricantes y proveedores de equipos quienes contribuirán con la transferencia tecnológica; los proyectos deberán ejecutarse en aquellas zonas donde existe los recursos energéticos renovables; recibir capacitación por parte de las universidades e instituciones de apoyo de capacitación y formación.

Para definir los lugares donde se ejecutaran los proyectos, es necesaria la participación del MIDIS, quien coordinará con el MEM los lugares donde se pueden realizar actividades productivas por parte de las comunidades, siendo dicha información requisito indispensable para la otorgación de las concesiones que subvencionará el gobierno.

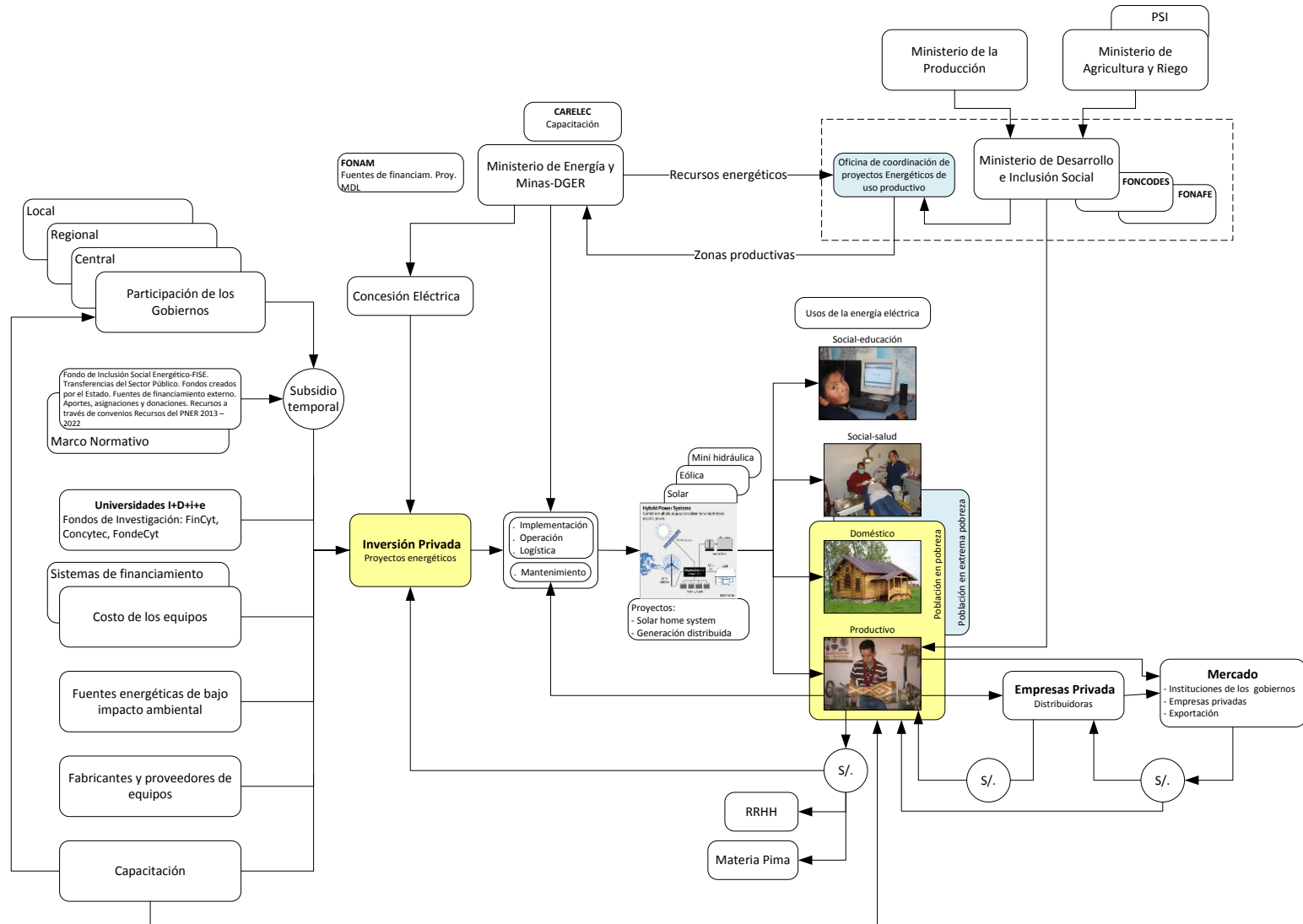
Por otro lado es importante también que los Ministerios de la producción den soporte a las comunidades e interesados para la creación de PYMES y el Ministerio de Agricultura mejorar el acceso a los servicios y generación de oportunidades en relación al desarrollo agrario.

Finalmente, aquellos pobladores de comunidades que realizan actividades productivas con el uso de la electricidad, podrán comercializar sus productos a empresas distribuidoras o directamente al mercado objetivo, pudiendo estar formado por instituciones del estado, empresas privadas o dirigido a la exportación.

El ingreso percibido por los pobladores, permitirá el pago de la materia prima, trabajadores y el consumo de electricidad utilizada para su producción, vivienda y servicios comunitarios.

A continuación se presenta el modelo en la Figura 4.63 y la justificación de cada uno de los actores.

Figura 4.63 Modelo estratégico para viabilizar proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales del Perú, para promover su desarrollo sostenible.



Participación del gobierno

El modelo estratégico se focaliza en la participación del sector privado. Considerando que es un actor dependiente, requiere la participación de un actor influyente como es el gobierno, a través, del establecimiento de normas adecuadas que fomente la inversión, la subvención económica de los equipos necesarios y la participación activa de diferentes sectores de gobierno involucrados en el desarrollo de las zonas rurales, tanto a nivel central, regional como local.

La energía eléctrica proveniente de los proyectos energéticos utilizando las ERNC, se utilizará para mejorar la calidad de vida de la población rural, especialmente aquellos en situación de pobreza. La meta del gobierno es, alcanzar un coeficiente de electrificación rural de 98% al año 2023, contribuyendo a reducir la pobreza en hogares rurales, aislados y de zonas de frontera del país en proceso de inclusión.

Sin embargo, para lograr su sostenibilidad energética, es necesario también utilizar la energía para fines productivos, que les permita: genera ingresos económicos para una vida digna, el desarrollo de su comunidad y cubrir con los costos del consumo de la energía, asegurando así, el cambio de la actual situación rural de subsistencia, hacia una economía competitiva, generando crecimiento con inclusión social en las zonas rurales del país.

En este contexto es necesario preparar a la población rural, a la generación de trabajo productivo en sus localidades, ayudarlos en la creación de micro Pymes, uso de equipos para su producción, hasta la comercialización de sus productos.

Cuando existan muchas pequeñas empresas, organizarlos para generar clúster de negocios, asociatividades en sus comunidades, que les permita aprovechar las economías de escala, como también,

producción en volumen para atender mercados de las zonas urbanas.

Considerando las políticas de los ministerios del estado en materias de desarrollo e inclusión social, encaminadas a reducir la pobreza, las desigualdades, las vulnerabilidades y los riesgos sociales, es necesaria su participación conjunta para consolidar los proyectos energéticos. A continuación se destaca, las actividades de los ministerios que deberían estar involucrados:

El Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (MIDIS), tiene como objetivo principal mejorar la calidad de vida de la población en situación de vulnerabilidad y pobreza, promoviendo el ejercicio de sus derechos, el acceso a oportunidades y al desarrollo de sus propias capacidades.

Así también, coordina y articula con las diversas entidades del sector público, el sector privado y la sociedad civil, fomentando que los programas sociales consigan sus metas, lográndolo a través de una constante evaluación, potenciación, capacitación y trabajo coordinado entre sus gestores.

El Ministerio de la Producción, fomenta la competitividad de la micro y pequeña empresa, las asociatividades y el cooperativismo. Conduce y ejecuta acciones referidas a los programas, actividades y proyectos de desarrollo social.

El Ministerio de Agricultura y Riego, tiene como objetivos estratégicos la mejora del acceso a los servicios y la generación de oportunidades para el poblador rural, en concordancia con un desarrollo agrario inclusivo, así también, lograr el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales: agua, suelo, bosque y su diversidad biológica, en armonía con el medio ambiente.

El Ministerio de Energía y Minas a través de su DGER tiene como misión, ampliar la frontera eléctrica nacional mediante la formulación de

planes y programas y la ejecución de proyectos de electrificación de centros poblados rurales, aislados y de frontera, articulando los diferentes niveles de Gobierno (nacional, regional y local), así como con entidades públicas y privadas, involucradas en el proceso de electrificación y ser el elemento dinamizador del desarrollo rural integral.

En este contexto, el modelo del presente estudio propone crear dentro del MIDIS, la **Oficina de Coordinación Nacional de Proyectos Energéticos de uso Productivo**, cuyo objetivo es coordinar con los Ministerios de Desarrollo e Inclusión Social y el de Energía y Minas, el desarrollo de proyectos energéticos, considerando el uso de las energías renovables para generar electricidad, el impacto social de la población y las actividades productivas que generen rentabilidad de manera sostenible. Los proyectos se ejecutaran según prioridades teniendo en cuenta:

- Uso de las ERNC para generar electricidad.
- Zonas de mayor concentración de pobladores.
- Desarrollo productivo con los recursos de las zonas en el menor tiempo.
- Obtención de ganancias a los inversionistas.

Por otro lado, el Ministerio de Energía y Minas a través de su DGER, supervisa la aplicación de las normas y su seguridad relacionada a la ejecución de proyectos energéticos. Algunas de sus responsabilidades deberían considerarse:

- Autorizar las concesiones eléctricas a personas naturales o empresas que lo soliciten, de acuerdo a las normas y reglamentos, así como, las sugerencias de la Oficina Nacional de Coordinación de Proyectos Energéticos.

- Implementar el Mapa Energético del país, identificando por zonas geográficas los diferentes tipos de energía renovable potencialmente aprovechable y sus intensidades energéticas. Dicha información permitirá definir el plan estratégico de implementación de proyectos de generación de electricidad utilizando las ERNC.
- Continuar con la implementación de más corredores energéticos (tambos), especialmente en aquellas zonas donde los proyectos se ejecutaran en mayor tiempo.
- Coordinar con el sector privado los tipos de proyectos energéticos más factibles a implementar utilizando las ERNC.
- Revisar y modificar las normas que complementen la implementación, operación y mantenimiento de los sistemas energéticos.

El MIDIS coordina con los demás Ministerios involucrados, Producción y de Agricultura y Riego, las actividades relacionadas con las oportunidades de trabajo productivo de los hogares rurales pobres, facilitando la articulación entre los actores privados para promover la demanda y la oferta de los bienes que producen las zonas rurales para su comercialización.

Algunas actividades adicionales del MIDIS deberían considerarse:

- Definir los lugares donde se ejecutaran los proyectos de acuerdo a cada realidad de la zona, tomando en cuenta criterios técnicos, socio-económicos y el compromiso de cada comunidad.
- Coordinar con DGER-MEM, el lugar, el tipo, potencia y cronogramas para la ejecución de los proyectos energéticos.
- Apoyar en la creación de micro empresas, desarrollo de programas de capacitación, identificación de oportunidades de negocio utilizando los recursos naturales de las zonas; organizarlos en asociaciones que fortalezca los negocios, etc.

- Coordinar con el Ministerio de la Producción, para generar pequeñas PYMES encargadas de la compra y comercialización de los productos generados en las zonas rurales, aplicando incentivos a las empresas que consuman o comercialicen dichos productos en zonas urbanas.
- Identificar, implementar y difundir oportunidades de negocio para fomentar la participación de la población y de inversionistas.
- Complementar al Mapa Energético las actividades productivas potencialmente a desarrollar en las zonas rurales del país y su nivel de pobreza de los habitantes.
- Aplicar mejoras continuas en los procesos productivos, que permita la mayor eficiencia y hacer atractivos los negocios.
- Fomentar la producción en las zonas rurales de la mayor cantidad de productos de consumo del estado.
- Convocar al sector privado, universidades y centros de investigación para generar transferencia tecnológica, incorporar la investigación, innovación y el emprendurismo, estableciendo políticas de promoción y desarrollo de la pequeña y mediana empresa.
- Dar prioridad para el desarrollo de proyectos relacionados al agua en las zonas de estudio por parte del Programa Subsectorial de Irrigaciones –PSI (Adjunto al Ministerio de Agricultura y Riego).

De acuerdo Plan de Acceso Universal a la Energía, los recursos para la inversión de los equipos deberán provenir de:

- El Fondo de Inclusión Social Energético (FISE), creado mediante Ley No. 29852.
- Transferencias del sector público.
- Fondos creados por el estado.
- Fuentes de financiamiento externo.
- Aportes, asignaciones y donaciones.
- Recursos a través de convenios.

- Recursos considerados en el Plan Nacional de Electrificación Rural 2013 – 2022
- Recursos del sector privado

El gobierno debe fomentar la investigación en las Universidades, Institutos y empresas en proyectos energéticos para zonas rurales. En el aspecto eléctrico, el MEM cuenta con el CARELEC⁹³ cuya misión es promover, coordinar y financiar las actividades de transferencia de tecnología, capacitación e investigación en el ámbito del Subsector Electricidad, contribuyendo al desarrollo de las actividades eléctricas del país. Algunos estudio de Maestría y Doctorado debieran estar focalizados en la investigación para el aprovechamiento de la energía en zonas rurales.

Parte de los fondos del FINCyT⁹⁴, FONDECyT⁹⁵ y CONCYTEC⁹⁶, destinados a la investigación con las instituciones académicas y con la empresa, debieran estar focalizados en temas relacionados a proyectos energéticos y productivos para zonas rurales en situación de pobreza.

En lo que respecta al apoyo internacional, los proyectos basados en Mecanismos de Desarrollo Limpio-MDL son importantes para la promoción de las energías renovables y en la superación de barreras de carácter ambiental en países desarrollados. En este sentido, la función que cumple el FONAM como promotor de proyectos que califiquen a los Mecanismos de Desarrollo Limpio se aprovecha para: asesorar, registrar y concretar la venta de los bonos de carbono o certificados de reducción de emisiones. Los ingresos obtenidos por este rubro, también alientan a los proyectos con poco impacto ambiental.

⁹³ Consejo de Administración de Recursos para la Capacitación en Electricidad-MEM

⁹⁴ Fondo para la Innovación Ciencia y Tecnología.

⁹⁵ Fondo Nacional de Desarrollo Científico Tecnológico y de Innovación Tecnológica

⁹⁶ Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Participación del sector privado

Los inversionistas interesados en desarrollar proyectos energéticos en las zonas rurales, deberán solicitar las concesiones eléctricas para administrar, operar, comercializar y mantener los sistemas eléctricos en los segmentos poblacionales de bajos ingresos del Perú, estando a cargo dar las autorizaciones de concesión el Ministerio de Energía y Minas. La inversión de los equipos de generación de electricidad en su primera etapa esta subsidiado por los gobiernos, principalmente del gobierno central.

Las personas naturales o empresas quienes obtengan la concesión, están autorizados a vender la energía a una tarifa subvencionada. El reglamento de concesiones para estos tipos de proyectos, deberá contemplar las prioridades de venta de energía que garantice al inversionista una rentabilidad, es decir, priorizando el uso de la electricidad en actividades productivas.

Los inversionistas tienen el compromiso de la implementación, operación, comercialización y mantenimiento de los sistemas energéticos de manera sostenible, debiendo continuar con el desarrollo de los proyectos con recursos propios o con los del sector público ampliando la cobertura eléctrica.

Las inversiones se iniciaran en las zonas donde existen mayores oportunidades para su uso productivo, que garantice una rentabilidad para los inversionistas. Para atender a la población en extrema pobreza deberá existir una tarifa especial que subvencione en sus inicios para uso básico y posteriormente insertarlos en actividades productivas.

Algunas responsabilidades del sector privado deberían ser:

- Solicitar ante el MEM la concesión eléctrica y respetar la normatividad y reglamentos.
- Participar en la concepción de los proyectos.

- Mantener operativos los sistemas energéticos para atender a la población en el mayor tiempo posible.
- Operar los sistemas para su distribución de acuerdo a criterios de equidad, rentabilidad, seguridad y sostenibilidad.
- Garantizar una sostenibilidad energética.
- Respetar las normas establecidas por el MEM para la operación de los sistemas energéticos en las zonas de concesión.
- Presentar estudio para ampliar los sistemas energéticos que permita cubrir la mayor población que se encuentra sin energía.
- Hacer que el negocio sea rentable.

Participación de las comunidades rurales

Los beneficiarios al acceso de la energía, deben estar convencidos de la importancia que significa la mejora de la calidad de vida y de la comunidad el tener electricidad en sus hogares y utilizarlo para fines productivos. Su participación es necesaria como parte de la concientización de las comunidades.

Los lugares donde se implemente los proyectos energéticos, serán inicialmente donde se identifiquen las mejores posibilidades que las comunidades rurales se inserten a la producción, a fin de contribuir con el pago del consumo de eléctrico y contribuir a la sostenibilidad energética.

Las comunidades deberán participar activamente en la identificación de actividades productivas, especialmente con el uso de las materias primas de la zona y las necesidades de requerimiento de energía.

Se recomienda que si las actividades productivas requieren energía eléctrica, debieran elegirse aquellas que necesitan el menor consumo con el mayor valor agregado a sus productos. Algunas actividades estarán relacionadas con: Agricultura, Piscicultura, Ganadería,

Carpintería, Alimenticios, Forestales, Textil, Curtiembre, Alfarería, Hotelería, Restaurantes, etc.

Es importante que las comunidades se organicen en asociaciones para sumar esfuerzos, compartir sus recursos humanos y materiales. Su participación en la conservación y mantenimiento de los sistemas eléctricos y productivos, debiera ser parte de su responsabilidad, en coordinación con personal técnico calificado proveniente de las empresas concesionarias o gobiernos locales.

Potenciales fuentes energéticas de bajo impacto ambiental

El Perú cuenta con un importante potencial energético renovable aún por aprovechar. Según el MEM (ver Cuadro 2,5) el potencial Hidroeléctrico asciende a 70 000 MW; el Eólico 22 000 MW; el Solar, en la costa de 6,0 a 6,5 kWh/m², sierra 5,5 a 6,0 kWh/m² y en la selva 4,5 a 5,0 kWh/m²; en Biomasa 272 MM Ton y en Geotermia 2,86 MW.

La variedad de fuentes disponibles en las diferentes regiones del país, permiten una diversidad de oportunidades para el desarrollo de proyectos de generación eléctrica. Los estudios técnico-económicos determinaran cuales son los más convenientes para cada zona.

Las fuentes de ERNC generan poco impacto ambiental. Países desarrollados a través de los MDL, contribuyen económicamente con proyectos que no generan deterioro al medio ambiente, especialmente localizados en países en desarrollo. Este beneficio económico fomenta y beneficia los proyectos energéticos.

Participación de los fabricantes y proveedores de equipos

El avance de la tecnología contribuye a la disminución de precios de los equipos que se utilizan para generar electricidad mediante las

ERNC, especialmente los paneles solares. Brazilian, M⁹⁷ et. al. (2012) señala, que el precio específico de los módulos de Silicio de procedencia China en el 2008 era de 4,4 \$/Wp, y al 2012 disminuyó a 1,0 \$/Wp.

El objetivo de los fabricantes y proveedores de equipos son las ventas, mientras más equipos se requieran, mejores oportunidades de negocios para ellos. Es así, que su participación muy estrecha con el sector privado y público beneficia a ambos; su integración como socio estratégico contribuiría con la transferencia tecnológica para la toma de decisiones de los proyectos, respaldo con el sector financiero, asesoramiento, mantenimiento y operación de los equipos, capacitación a los RRHH, etc.

4.5 Futuras líneas de investigación

- Actividades productivas viables en zonas rurales con uso de electricidad proveniente de fuentes energéticas renovables
- Modelos de sistemas energéticos utilizando las ERNC para generar electricidad para zonas rurales.
- Modelos de canales de suministros de la producción de zonas rurales hacia las zonas urbanas.
- Uso de las ERNC para aplicaciones térmicas y termoeléctricas en zonas rurales.

⁹⁷ Paper "Re-considering the Economics of Photovoltaic Power" p.5

CAPÍTULO 5: IMPACTOS

La problemática de la población en condición de pobreza y extrema pobreza se manifiesta fundamentalmente sobre su nivel de educación, salud, calidad de vida, productividad, etc. El Perú es un país con un alto porcentaje de habitantes que viven en estas condiciones, según informe del INEI “*Evolución de la pobreza monetaria 2009-2013*”, en las cuales la pobreza en el Perú afectó al 23,9% de la población, equivalente en cifras a 7 millones 365 mil habitantes y de cada cuatro peruanos su nivel de gasto es inferior al costo de la canasta básica de consumo; así también, el 4,7% corresponden a pobres extremos, que equivale a 1 millón 448 mil personas, concentrándose con un 48% en el área rural.

En este contexto, los resultados de la presente investigación tienen un fuerte impacto social para el país, por la inclusión de las personas en situación de pobreza al acceso a la electricidad. Es así, que la propuesta se focaliza en viabilizar proyectos de generación de electricidad mediante el uso de las ERNC en zonas rurales, especialmente aquellas aisladas y de frontera, donde es poco probable que sean abastecidas con energía del sistema eléctrico interconectado.

Uno de los problemas específicos del estudio plantea: ***¿Cómo impacta el aspecto sociopolítico, en el desarrollo de proyectos energéticos de generación de electricidad, con el uso de las ERNC en las zonas rurales del Perú?***, la respuesta a la pregunta lo señala el PNER⁹⁸ (2010) en su diagnóstico general, el cual manifiesta que dichos proyectos tienen un impacto en la población rural en:

⁹⁸ PNER (2010): “Plan Nacional de Electrificación Rural, período 2011 – 2020” MEM/DGE

- Acceder a una educación adecuada soportada por herramientas informáticas.
- Prolongar con el uso de la iluminación artificial las horas de estudio por la noche de los estudiantes y aprovechar el tiempo en los quehaceres del hogar.
- Mantener los alimentos y medicinas en buenas condiciones con el uso de equipos de refrigeración.
- Ampliar el horizonte de vida de la población a través de un mejor control de su salud.
- Tener acceso a las comunicaciones como la televisión, radio, teléfono e internet.
- Desarrollar actividades productivas, especialmente dando valor agregado al trabajo artesanal de productos agropecuarios y forestales.
- Generar nuevos puestos de trabajo producto de los diversos usos productivos de la energía.

Así también, PRACTICAL ACTION (2012) sostiene en su informe, “El Panorama Energético de los Pobres - 2012 energía para ganarse la vida”, que las comunidades de todo el mundo consideran que uno de los principales factores que contribuyen a su pobreza, es la falta de energía y cuando los pobres tienen acceso a la energía de manera sostenible, pueden desarrollar actividades productivas permitiéndoles salir de la pobreza. En el mismo informe se identifican las conexiones básicas entre el acceso a la energía y el ganarse la vida mediante tres mecanismos:

- El acceso a la energía contribuye a la creación de nuevas oportunidades de generación de ingresos.
- La mejora en las actividades actuales que generan ingresos en términos de rentabilidad, se da a través del aumento de la productividad, reducción de costos y mejora de la calidad de bienes y servicios,

LUMBRERAS (2007) en su artículo “Derechos humanos y acceso universal a la energía” considera, que la energía es más que electricidad o el

combustible para el transporte, calefacción o alimentación. La energía es también, los servicios básicos que proporciona o facilita la escolarización, el acceso a la información y noticias, el acceso a mejor servicio de salud, el acceso al agua potable y la mejora de las condiciones de habitabilidad, entre otros.

Otra de las preguntas del estudio plantea, ***¿Qué efectos tienen el aspecto ambiental y humano, en el desarrollo de proyectos de generación de electricidad con el uso de las ERNC en zonas rurales de Perú?***

La respuesta es en el tema ambiental, evitar la contaminación del ambiente por emisiones producidos por el uso de energéticos convencionales como la biomasa y petróleo que actualmente se usa, evitando enfermedades respiratorias a la población producto de los gases.

En relación al aspecto humano, la necesidad que las personas directamente involucradas en el desarrollo de proyectos cuenten con las competencias adecuada que permita gestionar e implementar los proyectos energéticos; de allí la importancia de convocar a los actores directos como los fabricantes y proveedores de equipos, quienes contribuyen con la transferencia tecnológica; jóvenes y futuros profesionales que habitan en las zonas, quienes pueden generar emprendurismo en la creación de empresas para brindar electricidad en las zonas de su procedencia.

Por otro lado, la principal barrera a los objetivos del estudio, es que la población rural en situación de pobreza, no cuentan con posibilidades económicas para asumir costos por consumo de electricidad y mucho menos invertir en proyectos energéticos. Para lograrlo, se requiere la participación del gobierno, identificando oportunidades de desarrollo productivo en las zonas e involucrando a la población en la producción, con el uso de los diferentes tipos de energía que están en la naturaleza.

El Acceso Universal de la Energía debe garantizar la disponibilidad y accesibilidad de la energía para quienes lo necesitan, buscando su sostenibilidad a través de mecanismos también sostenibles, para ello, es

necesario el subsidio a la población menos favorecida, con orientación al uso productivo y que los usuarios reconozcan que la energía que pagan, no se derrocha y se utiliza para mejorar su calidad de vida y su productividad. La participación del gobierno es necesaria, al menos en sus inicios, así también, la participación del sector privado para la implementación y gestión de los proyectos que permita su sostenibilidad energética.

La implementación del modelo, permitirá abastecer de electricidad a las zonas rurales de bajos recursos, generar ingresos económicos tanto a los inversionista de los proyectos como beneficiarios de la energía, desarrollo de la comunidad y cubrir con los costos del consumo de la energía, asegurando, el cambio de la actual situación de subsistencia hacia una economía competitiva con inclusión social.

El impacto en los resultados de la investigación fueron en diferentes escenarios, el primero denominado *“Continuando en las tinieblas”* con un porcentaje de posibilidad de 27,3%, donde ninguna hipótesis se cumple. Considerando que el coeficiente de electricidad rural a fines del 2011 fue 63%, su impacto sería que los pobladores seguirán teniendo una mala calidad de vida, sin acceso a las comunicaciones, sin recursos económicos y estarán al margen de ser comunidades productivas para su desarrollo interno y del país. También, el sector privado no se interesaría en desarrollar dichos proyectos, su desinterés se debe a que no encuentran las condiciones que le permita garantizar su inversión para obtener una rentabilidad económica a corto o mediano plazo. Sin embargo, esta situación es poco probable que suceda de acuerdo a la política de inclusión social del actual gobierno, debido a que se observa un interés en tomar acciones concretas por ampliar la frontera en la electrificación, además, el país cuenta con un potencial energético renovable aprovechable especialmente en las zonas donde se necesita energía.

El segundo escenario por destacar denominado *“Asegurando la sostenibilidad energética rural”* con un 8,4% de probabilidad, significa que todas las hipótesis se cumplen, es decir su impacto sería el mejor, porque

los pobladores de las comunidades tendrían mejores condiciones para su salud y educación. Las postas dispondrían de medicinas en buenas condiciones y harían uso de equipos médicos que funcionan con electricidad. Los colegios pueden recibir apoyo del gobierno para utilizar computadoras, equipos multimedia, laboratorios. La población rural tendría oportunidades de generar productividad con actividades artesanales de su zona, se crearían microempresas para la comercialización de sus productos con el apoyo de los gobiernos regionales y central del país.

El sector privado tendría las condiciones para invertir en el desarrollo de proyectos de generación de electricidad y electrificación en zonas rurales, recibiendo el apoyo económico proveniente del gobierno e instituciones nacionales e internacionales, principalmente en la etapa inicial del proyecto, entre otros beneficios.

El gobierno intensificaría su política energética de inclusión social estableciendo acciones normativas que promueve la inversión en el sector privado interesados en el desarrollo de proyectos energéticos en las zonas.

El coeficiente de electrificación mejoría hasta niveles superiores al 95% en 10 años. Es importante destacar que proyectos energéticos de poco impacto ambiental como son aquellos que utilizan las ERNC aplicarían a MDL, teniendo un buen impacto a nivel nacional e internacional.

CONCLUSIONES

A continuación se presenta las conclusiones del estudio *“Modelo estratégico para viabilizar proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales del Perú, para promover su desarrollo sustentable”*.

- Del análisis estructural Método MICMAC (relaciones entre variables) aplicado en el *“Plan de análisis e interpretación de resultados”*, utilizado para determinar las variables claves del estudio en un período de 10 años, resultaron las siguientes: Participación del sector privado, Gestión de los gobiernos, Inversión, Financieros, Recursos energéticos renovables, Ambientales, Normas regulatorias y Proveedores de equipos. Del mismo modo, del estudio estrategia de actores, Método MACTOR que permite valorar las relaciones de fuerza entre actores se determinó que los actores claves son: Inversionistas, Autoridades de gobierno, Entidades financieras, Comunidades rurales, Fabricantes y proveedores de equipos, Recursos humanos e Institucionales nacionales e internacionales, todos ellos forman parte del análisis de las hipótesis y los escenarios futuros de la investigación.
- El análisis de variables y actores es el marco de la investigación para la validación de las hipótesis. Se determinó que todas las hipótesis específicas fueron validadas como consecuencia que sus probabilidades simples se encuentran alrededor del 50%, mejorando sustancialmente cuando las otras hipótesis se presentan en simultáneo y disminuyendo cuando no están presentes. Así también, de los acontecimientos ocurridos en relación al desarrollo de proyectos energéticos en zonas rurales y de las opiniones explícitas de los expertos, se determinó la

validación de la hipótesis principal, concluyendo que, para viabilizar el desarrollo de proyectos energéticos para la generación de electricidad utilizando las ERNC en las zonas rurales del Perú, dependerá del comportamiento sistémico de las variables sociopolíticas, económicas y tecnológicos.

- La estrategia del planeamiento es un instrumento utilizado en la política energética, que permite construir una trayectoria coherente del sistema energético desde la situación actual hacia un estado futuro deseado. En este sentido, la prospectiva estrategia constituye una herramienta importante para alcanzar los objetivos generales y específicos de alguna problemática. Es así, que para el estudio del acceso universal a la energía desde el punto de vista de dar electricidad las zonas rurales en situación de pobreza, su aplicación determino identificar los diferentes escenarios y sugerir las condiciones para su consecución. Por consiguiente, el modelo estratégico del estudio se focaliza en la coordinación entre las diferentes instituciones públicas, donde se centraliza el conocimiento de la realidad de las zonas rurales, tanto desde el punto de vista de sus necesidades como oportunidades de trabajo productivo, priorizando el desarrollo de proyectos en aquellos lugares que permita mantener la sostenibilidad del negocio de los inversores.
- Los expertos consideraron que la participación del sector privado es clave y necesario, incentivada por la creación de empresas con rentabilidad, enmarcada en condiciones legales, técnicas, económicas y financieras claras y sostenibles. El estudio permitió reconocer que el estado debe asumir el papel de promotor de las inversiones, donde el sector privado participa en su inicio con la administración, operación y mantenimiento de las instalaciones y en el futuro, desarrollar más proyectos sostenibles, con los beneficios económicos obtenidos de la venta de energía a los pobladores, cuyo uso es para sus actividades productivas.

- La voluntad política es fundamental para generar estrategias que permitan establecer los mecanismos para convocar a los principales actores y darles las condiciones adecuadas, de tal manera de sumar sinergias para el logro de los objetivos planteados. Es así que los resultados del estudio determinaron que los diferentes gobiernos fundamentalmente el central, tiene que convocar a las instituciones del sector público y privado para definir las estrategias y responsabilidades de sus autoridades y darle las condiciones al sector privado en el desarrollo de proyectos energéticos sostenibles.
- El modelo sugiere crear la Oficina Nacional de Coordinación de Proyectos Energéticos de uso Productivo dentro del MIDIS, donde coordina con el Ministerio de Energía y Minas. Ambos ministerios deberán aprobar los proyectos considerando los siguientes aspectos:
 - el mayor impacto socio-económico.
 - factibilidad para actividades productivas que aseguren el pago por su consumo o retorno de la inversión.
 - lugares con mayor concentración de pobladores y energías renovables disponibles con mayor cantidad de horas al año.
 - fácil acceso para la operación y mantenimiento de los sistemas, que permita su sostenibilidad, etc.
- De acuerdo a los resultados, la participación de los recursos humanos para algunos expertos es necesaria, sobre todo el desarrollo de líderes gerenciales y operativos. La capacitación de las personas involucradas en el desarrollo e implementación de los proyectos es importante, tanto del sector público como privado. Existen instituciones del estado como el Carelec y el Concytec, donde se deben fomentar la investigación y capacitación de profesionales en los diferentes sectores productivos, con el objetivo de contribuir con la solución a la problemática del presente estudio.

Del mismo modo, la participación de la comunidad es importante, su involucramiento contribuye al desarrollo de los proyectos, especialmente cuando ya se ha definido su implementación, de tal manera, que los pobladores valoren la necesidad del uso de la energía y reconozcan las oportunidades de desarrollo para su comunidad. Otro aspecto a tomar en cuenta, es que permite con su apoyo evaluar los materiales existentes que podrían utilizarse como parte del equipamiento de los proyectos y así disminuir los costos.

RECOMENDACIONES

- Considerando que el Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social-MIDIS, se creó para cambiar la inercia, la fragmentación y la desarticulación del Estado Peruano frente a la pobreza y la exclusión social y para concertar acciones conjuntas en los diferentes territorios del país; evaluar los impactos que se generan y provocar aprendizajes conjuntos de manera de encaminar al Estado hacia un eficaz combate contra la pobreza. En este sentido, considerando la misión del referido ministerio, se sugiere su participación activa con otros ministerios y las coordinaciones con los diferentes entes del sector público y privado, para definir las estrategias en el desarrollo de los proyectos desde el punto de vista de impactos y sostenibilidad, de tal manera, que el sector privado se interese en el desarrollo de los proyectos y logre un beneficio económico.
- Para lograr el plan estratégicos de implementación de proyectos de generación de electricidad utilizando las ERNC, es necesario implementar el Mapa Energético del país donde se pueda:
 - Identificar por zonas geográficas, los diferentes tipos de energía renovable potencialmente aprovechable y sus intensidades energéticas.
 - Reconocer las principales actividades productivas a desarrollar en los lugares donde hay la necesidad de acceder a la energía.
 - Identificar el nivel de pobreza de los habitantes.
 - Continuar con la implementación de tambos donde se exista oficinas de desarrollo de proyectos para suministrar de energía eléctrica.

- Con el propósito de fomentar el desarrollo de proyectos energéticos utilizando las Energía Renovables en zonas rurales no electrificadas por los sistemas en red, se sugiere promover subastas públicas. Aquellos proyectos que cumplan con lo establecido, obtendrán un puntaje adicional en el proceso. La DGER debe formalizar el desarrollo de los proyectos energéticos existentes a la fecha, así también, supervisar su comercialización de la energía en zonas rurales suministradas por empresas concesionarias, de tal manera, que se respeten las normas técnicas y fomente su competitividad con los proyectos a cargo del sector privado.
- Con el objetivo de asegurar el soporte económico del estado se debe crear un fondo con administración autónoma, donde se recaude los aportes económicos provenientes de:
 - El Fondo de Inclusión Social Energético (FISE), creado mediante Ley No. 29852.
 - Transferencias del sector público.
 - Fondos creados por el estado.
 - Fuentes de financiamiento externo.
 - Aportes de la gran empresa como parte de los proyectos de responsabilidad social.
 - Aportes, asignaciones y donaciones.
 - Recursos a través de convenios.
 - Recursos considerados en el PNER 2013 – 2022
 - Recursos del sector privado.
 - ONGs.

destinados al financiamiento de los proyectos energéticos para la generación de electricidad.

- Considerar como parte de la responsabilidad social de las grandes empresas como el sector minero y energético, la contribución con el desarrollo de proyectos energéticos con administración de empresas

privadas, que permitan su sostenibilidad para atender al sector rural en el suministro de electricidad.

- Para contribuir con el desarrollo de proyectos de generación de electricidad en las zonas rurales, se debe fomentar la incorporación de los fabricantes y proveedores de equipos como socios estratégicos en dichos proyectos, estableciendo actividades para la transferencia tecnológica, especialmente con el sector privado, quienes son los administradores de los proyectos energéticos. Así también, considerar en las transacciones comerciales con los fabricantes o proveedores de equipos, la capacitación de los recursos humanos a nivel nacional e internacional.
- Crear carreras de ingeniería y técnicas en Energía especialmente en zonas potencialmente explotable de las ERNC, fomentando el emprendurismo con los futuros profesionales para la creación de empresas en las zonas que las necesitan. Establecer convenios con universidades extranjeras para que investigadores y estudiantes de universidades nacionales, realicen proyectos con partners de universidades internacionales.

Por otro lado, considerar la realización de prácticas pre-profesionales de los estudiantes de universidades e institutos en las zonas rurales. La prácticas deben estar enfocadas en el desarrollo e implementación de proyectos energéticos, dar capacitación a pobladores en temas de oportunidades de desarrollo productivo y creación de empresas, actividades de mantenimiento de equipos de generación de energía y trabajo productivo, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACKERMANN, T. (2005). *“Wind Power in Power System”*. Stockholm, Sweden: John Wiley & Sons, Ltd. 691 pp. p.7
2. AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DE JAPON – JICA. (2008). *“Estudio del Plan Maestro de Electrificación Rural con Energía Renovable en la República del Perú”*. Lima-Perú. 58 pp.
3. ÁLVAREZ, R. (2008). *“Mejora del rendimiento de un generador eólico asíncrono conectado a la red, mediante convertidores electrónicos y controladores de lógica borrosa”*, Salamanca- España: Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca. (pp. 3-4) 202 pp
4. BIOMASS USERS NETWORK – BUN-CA (2002). *“Manual sobre energía renovable: Solar Fotovoltaica”*, San José-Costa Rica: 42 pp.
5. BARRÍA, F. (2011). *“Proyectos de electrificación rural basado en energías renovables en el parque natural Karakinka, tierra del fuego”*. Santiago de Chile-Chile. Tesis Ingeniero Civil Electricista, Universidad de Chile. 267 pp.
6. BLANCO, P. (2008). *“Análisis del mix óptimo futuro de tecnologías de producción de energía eléctrica en el sistema español”*, España, Tesis Máster, Universidad Pontificia Comillas. 223 pp.
7. COPER, S. (2005). *“Escenarios Exploratorios Valdivia 2020”*, Chile, Instituto de Economía, Facultad De Cs. Económicas y Administrativas

de la Universidad Austral de Chile y Fundación Andes. ISBN: 956-7463-85-9. 153 pp.

8. COLLADO, E. (2009). *“Tesis Doctoral: Energía Solar Fotovoltaica, Competitividad y Evaluación Económica, Comparativa y Modelos”*, España: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales-Universidad Nacional de Educación a Distancia. 397 pp.
9. DEFENSORÍA DEL PUEBLO. (2010). *“La Electrificación Rural en el Perú: Derecho y Desarrollo para Todos”*, Lima-Perú: Serie Informes Defensoriales – Informe N° 149. 176 pp.
10. DÍAZ, P. (2003). *“Tesis Doctoral - Confiabilidad de los Sistemas Fotovoltaicos Autónomos: Aplicación a la Electrificación Rural”*, Madrid-España: Universidad Politécnica de Madrid-Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones. 209 pp.
11. DOCUMENTO DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. (2007). *“Programa para el desarrollo de una nueva matriz energética sostenible (PE-L1061)”*, Lima-Perú, BID. 28 pp.
12. DUFEY, A. (2010). *“Oportunidades y barreras domésticas a las energías limpias en Chile”*. Chile: International Institute for Sustainable Development. 56 pp.
13. ESPINOZA & ASOCIADOS Auditores-Consultores (2011). *“Informe No 002-2011- Estados Financieros 31 de diciembre de 2010”* - Empresa de Administración de Infraestructura Eléctrica S.A.-ADINELSA
14. GARCÍA, Ó. (2009). *“Instalación geotérmica para climatización de una residencia de personas mayores”*. España: Tesis universitaria de fin de carrera de la universidad Oviedo. (pp. 6-7-11).

15. GODET, M. (1993). *“De la anticipación a la acción”*, manual de prospectiva y estrategia. Barcelona: España. MARCOMBO S.A. 360 pp.
16. GASQUET, H. (2004). *“Conversión de la luz solar en energía eléctrica- Manual teórico y práctico sobre sistemas fotovoltaicos”* Cuernavaca-México: SOLARTRONIC. 163 pp.
17. HERNÁNDEZ, R. “et al”. (2006). *“Metodología de la investigación”*. México: Mc Graw Hill, 4ta. ed. 850 pp.
18. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMÁTICA-INEI. (2013). *“Informe Técnico: Evolución de la pobreza monetaria 2009 - 2013”* Lima, Perú. 151 pp.
19. ICART, M. “et al”. (2000). *“Elaboración y presentación de un proyecto de investigación y una tesina”* Barcelona, España: Ediciones Universitat de Barcelona. 140 pp.
20. KRASIMIROV, T. (2008). *“Preparación y estudio de películas delgadas con aplicaciones fotovoltaicas”*. Castellón de la Plana, España: Tesis doctoral, Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales Dpto. de Química Inorgánica y Orgánica. 237 pp.
21. LUMBRERAS, J “et al”. (2007). *“Derechos humanos y acceso universal a la energía”*. Madrid, España: En Revista Ecosostenible, N° 25, p7.
22. MANWELL, J. McGOWAN, G. & ROGERS, A. (2010). *“Wind Energy Explained: Theory, Design and Application”*, Gran Bretaña. Wiley. 2da. Ed. 689 pp.
23. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. (2013). *“Plan de Acceso Universal a la Energía 2013-2022”*, Resolución Ministerial N° 203-2013-MEM/DM, Lima-Perú, Ministerio de Energía y Minas. 14 pp.

24. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. (2010). *“Propuesta de Política Energética de Estado Perú 2010-2040”*, Lima-Perú, Ministerio de Energía y Minas. 7 pp.
25. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS/DGER. (2013). *“Plan Nacional a Corto Plazo año 2014”*. Lima, Perú: Dirección General de Electrificación Rural. 16 pp.
26. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. (2010). *“Plan Nacional de Electrificación Rural periodo 2011-2020”*. Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas. 132 pp.
27. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. (2011). *“Plan Nacional de Electrificación Rural periodo 2012-2021”*. Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas. 32 pp.
28. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. (2012). *“Plan Nacional de Electrificación Rural periodo 2013-2022”*. Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas. 289 pp.
29. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. (2010). *“Balance Nacional de Energía 2010”*. Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas. 5-6-9 pp.
30. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (2008). *“Atlas eólico del Perú”*. Contrato nº 003-2008-mem/dger/dfc/gef. Implementación del sistema digital para evaluación preliminar del potencial de recurso eólico – Vientogi. 16.pp
31. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. (2007). *“Guía de Instalación de sistemas Fotovoltaicos Domésticos SFD”*. Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas-DGE. 19 pp.
32. OLADE. (2011). *“Manual de estadísticas energéticas. Año 2011”*. Quito, Ecuador. 188 pp.

33. PNUD: PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (2013). Informe sobre *“Desarrollo Humano 2013. El ascenso del sr: Progreso humano en un mundo diverso.”* ISBN: 978-92-1-126340-4. NY. 195 pp.
34. PRADO, C. (2008). *“Diseño de un sistema eléctrico fotovoltaico para comunidad aislada”*. Tesis de Bach. Ingeniería Eléctrica Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 111 pp.
35. PRACTICAL ACTION (2012). *“Panorama energético de los pobres 2012. Energía para ganarse la vida.”* UK. pp. ix-
36. RAMIREZ, K. (2007). *“Tesis Doctoral. Nuevo Regionalismo, Cooperación Energética y el Desarrollo de una Estrategia Energética Global: hacia una política de transición.”* Madrid, España: ISBN: 978-84-669-3145-8. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Políticas y Sociología. pp. 612-620.
37. REN21 - Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (2011). *“Renewable 2011 Global Status Report”*. France, Paris: Worldwatch Institute. pp (11-25 y 65-70).
38. RODRÍGUEZ, C. & SAN SEGUNDO, A. (2005). *“Elementos clave para la organización y financiación de los proyectos de suministro de energía en entornos en desarrollo. mejores prácticas para la sostenibilidad financiera de las intervenciones.”* España: Revista publicada por la Asociación Euro-Americana de Estudios Económicos de Desarrollo Internacional. AEEADE. Vol. 5-1.
39. VALDERRAMA, S. (2002). *“Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica”*. Lima, Perú: Ed. San Marcos. 310 pp.

40. VARA, A. *“Manual de investigación empresarial aplicada. Una guía efectiva para los estudiantes de negocios internacionales, administración y recursos humanos.”* Cap 4. (157-201) pp.
41. KYOCERA. *“High efficiency Multicrystal photovoltaic module OFF-GRID”*. Electrical specifications KD 135 F, SX Series.

FUENTES ELECTRÓNICAS

42. ALLIANCE FOR RURAL ELECTRIFICATION. (2013). *“Using batteries to ensure clean, reliable and affordable universal electricity access”* A guide for energy decision makers. Bruselas-Belgica. En: http://www.ruralelec.org/fileadmin/DATA/Documents/06_Publications/Position_papers/2013-0611_ARE_Energy_Storage_Position_Paper_2013_FINAL.pdf. Tomado el 12 de Setiembre de 2013
43. ALONSO, J. (2011). *“Solar fotovoltaica Autónoma”* SunFields Europe. A Coruña-España. En: http://www.sfe-solar.com/wp-content/uploads/2011/09/sunfields_boletin_fotovoltaica-Autonomas.pdf. Tomado el 19 Setiembre de 2013
44. ARCADE, J. & MEUNIER, F. (2004). *“Análisis estructural con el método MICMAC y estrategia de los actores con el método MACTOR”*. Laboratorio de Investigación en prospectiva y estrategia (LIPS)-Paris. Traducción corresponde a la sección 4 “Futures Research Methodology, Versión 1.0” USA 1999 ISBN: 0-9657362-2-9. EN: http://guajiros.udea.edu.co/fnsp/cvsp/politicaspublicas/godet_analisis_estructural.pdf. Tomado el 13 de Abril del 2013
45. BAUER Solartechnik GmbH *“Catalogo técnico módulos polycristalinos: BS6P2 240W-250W”* Alemania. 2pp. En: <http://www.bauer-solarenergie.de/languages/spanish/pdf/6P2.pdf> Tomado el 8 de Agosto 2012.

46. BAZILIAN, M.; ONYEJI, I.; LIEBREICH, M. et. al. (2012). "*Re-considering the Economics of Photovoltaic Power*", 19p. En: <file:///C:/Users/eramirez/Downloads/2012-05-16%20-%20Re-considering%20the%20economics%20of%20photovoltaic%20power,%20a%20co-authored%20White%20Paper%20on%20PV%20economics.pdf>. Tomado el 19 de Mayo de 2014.

47. BUN-CA: BIOMASS USERS NETWORK (2002). "*Manuales sobre energía renovable: Solar Fotovoltaica*". ISBN: 9968-9708-9-1. San José-Costa Rica, 42p. En: <http://www.bun-ca.org/publicaciones/FOTOVOLT.pdf>. Tomado el 31 de Agosto de 2013.

48. BERG, H. & SALAS, H. "*Energía Eólica: Generar electricidad con el viento*". Delta Volt. En: http://www.kleinwindanlagen.de/Homepage/index.php?option=com_content&view=article&id=71&Itemid=80. Tomado el 23 de Agosto de 2013.

49. CASTELLI, M. (2010). "*Evaluación de proyectos de microgeneración basadas en biomasa*". Consultoría de apoyo al componente: Política energéticas 2005-2030, Eje estratégico-Diversidad de la matriz energética. Uruguay. En: <http://www.miem.gub.uy/documents/112315/112732/Analisis%20de%20rentabilidad-biomasa%20peque%C3%B1a%20escala-Uruguay.pdf>. Tomado el 7 de Junio de 2014.

50. CENSOLAR (2010). "*Trámites administrativos requeridos para instalaciones fotovoltaicas conectada a red*". 46pp. España. En: <http://www.fotovoltaica.com/tramitfv.pdf>. Tomado el 31 de Mayo 2014.

51. CENTRO DE ENERGÍA RENOVABLES (2011). "*Mini Hidráulica*" Chile. 8pp. En: http://cer.gob.cl/tecnologias/files/2011/12/cartas_minihidro.pdf. Tomado el 6 de Junio de 2014.

52. CENTRO DE INVESTIGACIONES DE RECURSOS Y CONSUMOS ENERGÉTICOS – CIRCE (2009). Maraver, D. (2009). "*Posibilidades*

tecnológicas y viabilidad de la generación descentralizada de electricidad con biomasa” Estado actual y perspectivas de la generación eléctrica con biomasa en España. España. pp.18. En: [http://www.fundacionenergia.es/PDFs/0911%20BIOMASA/Daniel%20Maraver%20\(12-11-09\).pdf](http://www.fundacionenergia.es/PDFs/0911%20BIOMASA/Daniel%20Maraver%20(12-11-09).pdf). Tomado el 1 de Junio de 2014.

53. COPER, S. (2005). *“Escenarios exploratorios Valdivia 2020”*. Chile: Universidad Austral de Chile Conocimiento y Naturaleza. ISBN 956-7463-85-g. En: https://www.u-cursos.cl/fau/2011/2/GEO-704/1/material_docente/bajar?id_material=460515. Tomado el 16 de Marzo de 2013.
54. DANISH WIND INDUSTRY ASSOCITION *“Windpower”* En: http://www.motiva.fi/myllarin_tuulivoima/windpower%20web/es/tour/econ/oandm.htm. Tomado el 11 de Agosto de 2012.
55. DEPARTAMENTO DE ENERGÍA EE.UU. (2007). *“Sistemas Eólicos Pequeños para Generación de Electricidad”*. Laboratorio Nacional de Energía Renovable. EN: http://www.windpoweringamerica.gov/pdfs/small_wind/small_wind_guide_spanish.pdf. Tomado el 20 de Agosto de 2013
56. DEP-MEM, SENAMHI (2003) *“Atlas de energía solar del Perú”*. Proyecto PER/98/G31: Electrificación rural a base de energía fotovoltaica en el Perú. EN: http://dger.minem.gob.pe/atlassolar/ATLAS_SOLAR.pdf. Tomado el 5 de Agosto de 2013.
57. ESHA-European Small Hydropower Association. (2006). *“Guía para el desarrollo de una pequeña central hidroeléctrica”*. 310 pp. En: http://www.esha.be/fileadmin/esha_files/documents/publications/GUIDE_S/ GUIDE_SHP/GUIDE_SHP_ES_02.pdf. Tomado el 17 de Setiembre de 2013
58. EURO-SOLAR. (2013). *“Manual técnico de replicabilidad sobre proyectos de energías renovables y desarrollo rural”*. Basado en la

- experiencia de Euro-Solar. p.72. EN: http://programaeuro-solar.eu/wp-content/uploads/2014/01/EURO-SOLAR_ES_manual-de-replicabilidad_web_12.01.2014.pdf. Tomado el 28 de Mayo 2014.
59. EURO-SOLAR. (2013) "*Energía renovable para un desarrollo sustentable*". programa financiado por la Unión Europea. p.19. En: http://programaeuro-solar.eu/wp-content/uploads/2014/01/ES_EURO-SOLAR_brochure_web_12.01.2014.pdf. Tomada el 20 de Mayo 2014
 60. FERNÁNDEZ, P. "*Energía Eólica*". España: Dpto. de Ingeniería Eléctrica y Energética Universidad de Cantabria. En: <http://es.libros.redsauce.net/index.php?pageID=16>, Tomado el 24 de Octubre 2012.
 61. FUENTES, M.; BADIA, J.; BEAUMONT, E.; COMBETTO, A. & CAPRILE, A. "*El uso de la biomasa para electrificación de zonas rurales en Argentina*". En: <http://www.clerargentina.org.ar/presAcademicas/PDF/Nacionales/XXII%20CLER%20-%20Alfredo%20Caprile.pdf>. Tomado el: 13 de setiembre de 2013.
 62. GONZÁLEZ, J. (2011) "*El blog económico de Jorge González Izquierdo*". En: <http://jorgegonzalezizquierdo.blogspot.com/>. Tomado el 16 de diciembre 2011.
 63. GUARDADO, D. & RIVERA, V. (2012). "*Implementación de seguidor solar en dos ejes para el Sistema Fotovoltaico de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la UES*". Tesis para optar título profesional. El Salvador. Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura: Escuela de Ingeniería Eléctrica. 123p. En: http://ri.ues.edu.sv/2045/1/Implementaci%C3%B3n_de_seguidor_solar_en_dos_ejes_para_elSistema_Fotovoltaico_de_la_Escuela_de_Ingenier%C3%ADa_El%C3%A9ctrica_de_la_UES.pdf. Tomado el 7 de Diciembre 2013

64. HORN, M. (2006). *“El estado actual de las energías renovables no convencionales en el Perú”*. Lima, Perú: XXIX REUNIÓN DE TRABAJO - Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente. II Conferencia Regional Latinoamericana de la Internacional Solar Energy Society (ISES) 23 al 27 de octubre de 2006, Buenos Aires, Argentina. En: <http://fc.uni.edu.pe/mhorn/ER%20in%20Peru.htm>. Tomado el 6 de Noviembre del 2012

65. IDAE-Instituto para la diversificación y ahorro de energía. (2007). *“Energía de la biomasa”*, Manuales de energía renovables No 2. Madrid-España. 134 pp. En: http://www.energiasrenovables.ciemat.es/adjuntos_documento/Biomasa.pdf. Tomado el 2 de Junio de 2014.

66. IDAE-Instituto para la diversificación y ahorro de energía. (2006). *“Minicentrales hidroeléctricas”*, Manuales de energía renovables No 6. Madrid-España. 180 pp. En: http://www.energiasrenovables.ciemat.es/adjuntos_documento/Mini_centrales_hidroelectricas.pdf. Tomado el 2 de Junio de 2014.

67. INSPIRA WEB, SL. *“Energía Solar: paneles solares, instalación y mantenimiento”*. Barcelona, España. En: <http://www.isolari.es/aviso-legal> Tomado el 8 de Agosto 2012.

68. ITDG-SOLUCIONES PRÁCTICAS PARA LA POBREZA, tecnologías desafiando la pobreza. (2009). *“Energía Solar Fotovoltaica una opción para la electrificación rural”*. Lima, Perú: Ed. Forma e Imagen. 20pp. En: <http://www.ibcperu.org/doc/isis/mas /7647.pdf>. Tomado el 23 de mayo 2012.

69. ITDG-SOLUCIONES PRÁCTICAS PARA LA POBREZA, tecnologías desafiando la pobreza. (2007). *“Opciones para la producción y uso del biodiesel en el Perú”*. Lima, Perú: Ed. Forma e Imagen. 176pp. En: <http://www.solucionespracticas.org.pe/publicaciones/pdf/0165578001264196504.pdf>. Tomado el 23 de mayo 2012.

70. ITDG-SOLUCIONES PRÁCTICAS PARA LA POBREZA (2004). *"Microcentrales Hidroeléctricas. Una alternativa para el desarrollo rural"*. Lima, Perú: Ed. Forma e Imagen. (pp. 7 al 11). Tomado el 23 Mayo 2012.
71. JARA, W. (2006). *"Introducción a las Energías Renovables No Convencionales"*. Santiago de Chile, Chile: Fyrma Gráfica. 85pp. En: <http://www.endesa.cl/rse/publica/Libro%20ERNC%20versi%C3%B3n%20de%20impresión.pdf>, Tomado el 31 de mayo 2012.
72. LLOPIS, G; RODRIGO, V. (2008). *"Guía de la Energía Geotérmica"*. Madrid, España: Dirección General de Industria Energía y Minas, Consejería de Economía y Consumo-Comunidad de Madrid. En: http://www.uclm.es/cr/EUP-ALMADEN/aaaeupa/boletin_informativo/pdf/boletines/17/9.pdf. Tomado el 22 de Agosto de 2012.
73. MORNINGSTAR CORPORATION. *"Especificaciones técnicas de ProStar controlador solar"*. Florida, USA. En: http://www.bureaubaterias.com/archivos_web/morningstar-prostar-controlador-carga-solar-es.pdf. Tomado el 22 de Agosto de 2012.
74. MORA, C. (2005). *"Marco de desarrollo de pueblos indígenas aplicable al proyecto de electrificación rural"*. Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas Proyecto de electrificación rural. 42p. En: <http://dger.minem.gob.pe/ArchivosNormasTecnicas/Marco%20Pueblos%20Indigenas.pdf>. Tomado el 23 de Mayo 2012.
75. MUGUERZA, D. *"Micro centrales Hidroeléctricas"*. Argentina. 81p. En: <http://exa.unne.edu.ar/fisica/maestria/modulo2/microturbinas/apuntemch.pdf>. Tomado el 23 de Noviembre 2013.
76. MUNDO SOLAR *"Precio de los aerogeneradores"* En: <http://www.Dforcesolar.com/energia-solar/precios-de-los-aerogeneradores/>. Tomado el 12 de Agosto del 2012.

77. NOVOA, A. & HORN, M. (2010) “*Matriz energética en el Perú y Energías Renovables*”. FrierichEbertStiftung. En: http://www.123people.es/ext/frm?ti=personensuche%20telefonbuch&search_term=alfredo%20novo%20pe%C3%B1a&search_country= S&st=suche%20nach%20personen&target_url=aHR0cDovL2xpYnJhcnkuZmVzLmRIL3BkZi1maWxlcY9idWVyY3MvcGVydS8wNzg4MC5wZGY%3D§ion=document&wrt_id=329. Tomado el 27 de Noviembre 2013
78. OSINERGMIN (2014). “*Propuesta de política pública para mitigar la pobreza energética en el Perú*” Proyecto Fondo de Inclusión Social Energética - FISE. Lima-Perú. En: http://www.fise.gob.pe/acceso_universal_energia.html?923. Tomado el 5 de Junio 2014.
79. OSINERG (2005). “*Compendio de centrales hidráulicas y térmicas mayores*” Elaborado por la gerencia de fiscalización eléctrica. Lima-Perú. En: <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/GFE/1.2%20COMPENDIO%20CENTRALES%20ELECTRICAS%20SEIN.pdf>. Tomado el 6 de Setiembre 2013.
80. RIOS, G.; PEÑA, T.; ESPINOZA, L. & MARLÉS, C. (2011). “*Plan departamental de Ciencia Tecnología + Innovación*”. Colombia. Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. En: <http://educon.javeriana.edu.co/ofi/documentos/regionalizacion/Planes%20desarrollo/Planes%20de%20ciencia%20tecnolog%C3%ADa%20e%20innovaci%C3%B3n/Departamentales/CAQUETA%20-%20Per.pdf> Tomado el 16 de Abril 2014
81. SALE (2011) “*Estudio de Prospectiva SOFTWARE LIBRE 2020 EUSKADI*”. Oficina Técnica de apoyo al software libre en el Gobierno Vasco. En: http://diariolinux.com/wp-content/uploads/2011/04/estudio_prospectiva_swl-v1.pdf. Tomado el 20 de Noviembre 2013

82. SITIOSOLAR. “*Los paneles solares fotovoltaicos*”. Portal de energías renovables. En: <http://www.sitiosolar.com/paneles%20fotovoltaicas.htm>. Tomado el 6 de Agosto 2012.

83. SOLENER Soluciones Energéticas (2013). “*Inversor senoidal SOLÉNER: manual del usuario*” V.1.13. España. En: http://www.solener.com/serie_s.pdf. Tomado el 7 de Noviembre 2013

84. SOLAR PACK CHILE SA (2011). “*Presentación Empresa*”. www.solarpack.cl. En: <http://www.globalelectricity.org/upload/File/Projects/Financing%20Electrification%20HCB%20-%20Santiago%20de%20Chile/03%20-1-%20Jon%20Segovia%20-%20Solar%20Pack%20final.pdf>. Tomado el 4 de Noviembre 2012.

85. SUÁREZ, J. (2011). “*Electrificación Rural con Energías Renovables*”. Simposio Internacional de energía eólica de pequeña escala, organizado por DGER. SOLUCIONES PRÁCTICAS En: <http://www.Solucionespracticas.org.pe/eolica/Simposio%20Energia%20Eolica%20II/Dia%201/Ministerio%20de%20Energia%20y%20Minas%20-%20Jorge%20Suarez.pdf>. Tomado el 2 de Noviembre de 2012

86. SURVEYMONKEY. (2011). “*Smart survey design*”. 35pp. En: <http://s3.amazonaws.com/SurveyMonkeyFiles/SmartSurvey.pdf>. Tomado el 30 de Julio 2012

87. TECH4CDM. (2009). “*La Energía Eólica en el Perú*”. Proyecto financiado por la Unión Europea dentro del sexto Programa Marco de I+D. p20. En: http://www.tech4cdm.com/uploads/documentos/documentos_La_Energia_Eolica_en_Peru_13aed1f1.pdf. Tomado el 7 Noviembre del 2012.

88. TERRA.ORG (2010). “*La energía de fabricar un panel fotovoltaico*”. En: http://www.terra.org/la-energia-de-fabricar-un-panel-fotovoltaico_2394.html. Tomado el 6 de Agosto 2012.

89. USAID. “*Bangladesh: Socio-Economic Impact of Rural Electrification Program*”. En: http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/AP_CITY/UNPAN005_253.PDF. Tomado el 18 enero del 2012.

90. USAID. (2010). “*Guía para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad con Energías renovables en y para los municipios*”. Elaborado por Odón de Buen En: <http://www.renovables.gob.mx/res/1658/GuiaDesarrolloProyectosGeneracionElectricidadPartirERMunicipios.pdf>. Tomado el 11 setiembre del 2013.

91. OSINERGMIN–GART (2011). “*El Informativo*”. EN: <http://www2.osinerg.gob.pe/Publicaciones/pdf/Informativo/INFO-A14N03.pdf> Tomado el 4 de Setiembre del 2012

92. OSINERGMIN (2006). “*Ley General de Electrificación Rural - N° 28749*”. EN:<http://www2.osinerg.gob.pe/MarcoLegal/pdf/LEY.28749.pdf>. Tomado el 4 de Setiembre del 2012

93. OSINERGMIN (2010). “*Resolución de Consejo Directivo Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN N° 029-2010-OS/CD*”. EN: <http://www2.osinerg.gob.pe/Resoluciones/pdf/2010/OSINERGMIN%20No.029-2010-OS-CD.pdf>. Tomado el 4 de Setiembre del 2012

94. OSINERGMIN (2010). “*Resolución de Consejo Directivo Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN N° 206-2010-OS/CD*”. EN: <http://www2.osinerg.gob.pe/Resoluciones/pdf/2010/OSINERGMIN%20No.206-2010 OS-CD.pdf> . Tomado el 4 de Setiembre del 2012

95. PRADO, G. (2006). “*Estudio de Scaling UP en Micro centrales Hidroeléctricas*” – Experiencias de Soluciones Prácticas (ITDG). Lima: Perú. EN: http://practicalaction.org/docs/energy/prado_estudio_de_scaling_up_en_mchs.pdf. Tomado el 23 de Noviembre 2013.

96. PINTO, F. (2004). “*Energías renovables y desarrollo sostenible en zonas rurales de Colombia. El caso de la vereda Carrizal en Sutamarchán*”. Cuadernos de desarrollo rural (53), pp103-132. EN: http://www.javeriana.edu.co/ier/recursos_user/documentos/revista53/energias_6.pdf. Tomado el 3 de Abril del 2013
97. MEM (2001). “*Generación eléctrica a partir de fuentes nuevas: energía eólica*”. Atlas Minería y Energía en el Perú 2001. EN: http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/institucional/publicaciones/atlas/electricidad/energia_eolica.pdf. Tomado el 5 de Agosto del 2013

EVENTO

98. Cooperación Alemana al Desarrollo a través de la GIZ en el Perú, Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2012). “*Simposio: Energía y Equidad*” Lima-Perú. Organizado en Lima el 6 setiembre de 2012.

DIAPOSITIVA

99. TAMAYO, R. (2011). “*Potencial de las energías renovables en el Perú*” [diapositivas]. Perú, Lima: DGE/MEM (Octubre del 2011). EN: http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/SeminarioInt_EFERPMiercoles%205.10.2011/3.%20Potencial%20de%20Energias%20Renovables%20DGE-%20Roberto%20Tamayo.pdf. Tomado el 5 de Noviembre del 2012

SOFTWARE

100. EPITA. “*La Prospective - Méthodes de prospective*”. Software MICMAC, MACTOR y SMIC-PROB EXPERT. Francia. EN: <http://es.lapropective.fr/Metodos-de-prospectiva.html>. Tomado el 5 de Febrero del 2013.

ANEXOS

Anexo 1:	Relación de expertos en energía que participaron en las encuestas.....	363
Anexo 2:	Encuesta 1: Relación directa entre variables determinada por expertos energéticos (Stakeholders). Matriz de Influencia-Dependencia.....	364
Anexo 3:	Encuesta 2: Determinación de los principales actores para las variables claves.....	366
Anexo 4:	Encuesta 3A: Matriz de Actores y Objetivos relacionados para la variable “Participación del sector privado”.....	367
Anexo 5:	Encuesta 3B: Matriz de Actores y Objetivos relacionados para la variable “Gestión de los gobiernos”.....	370
Anexo 6:	Encuesta 3C: Matriz de Actores y Objetivos relacionados para la variable “Inversión”.....	373
Anexo 7:	Encuesta 3D: Matriz de Actores y Objetivos relacionados para la variable “Financieros”.....	376
Anexo 8:	Encuesta 3E: Matriz de Actores y Objetivos relacionados para la variable “Recursos energéticos renovables”.....	379
Anexo 9:	Encuesta 3F: Matriz de Actores y Objetivos relacionados para la variable “Ambiental”.....	382
Anexo 10:	Encuesta 3G: Matriz de Actores y Objetivos relacionados para la variable “Normas regulatorias”.....	385
Anexo 11:	Encuesta 3H: Matriz de Actores y Objetivos relacionados para la variable “Proveedores de equipos”.....	388
Anexo 12:	Encuesta 4: Probabilidades de ocurrencia de eventos (hipótesis)..	391
Anexo 13:	A. Evidencia de envío y recepción de la Encuesta 1 vía correo electrónico.....	393
	B. Encuesta enviada por un experto vía correo electrónico.....	
Anexo 14:	Resultados de proporción Directa, Indirecta y Potencial de la matriz de análisis estructural, utilizando el software MICMAC.....	396
Anexo 15:	Mapa Conceptual para el Análisis Estructural – MICMAC.....	397
Anexo 16:	Consolidado de las opiniones de expertos que respondieron la Encuestas 2 respecto a los principales Actores por cada variable.	398

Anexo 17:	Consolidado de las opiniones de expertos que respondieron las Encuestas: 3A, 3B, 3C, 3D, 3E, 3F, 3G y 3H respecto a los Actores.....	399
Anexo 18:	Consolidado de las opiniones de expertos que respondieron las Encuestas: 3A, 3B, 3C, 3D, 3E, 3F, 3G y 3H respecto a las posiciones valoradas entre Actores x Objetivos.....	403
Anexo 19:	Expertos que participaron en la Encuesta 4 relacionado a la probabilidad de ocurrencia de eventos.....	407
Anexo 20:	Consolidado de la opinión de los expertos respecto a la probabilidad de ocurrencia de eventos aislados y condicionales...	408
Anexo 21:	Histograma de probabilidades de escenarios del conjunto de expertos.....	409
Anexo 22:	Herramientas de Planificación Prospectiva Estratégica.....	411

ANEXO 1

Relación de expertos en energía que participaron en las encuestas.

No		Nombre	País	Público	Privado	Cargo	Empresa
1	Ing.	Butron Fernandez, César	Perú		x	Presidente	COES-SINAC
2	Lic	Coronado Lara, Juan	Perú		x	Vice Presidente	Asoc.Peruana Energ. Renov.
3	Ing.	Arroyo Chalco, Víctor	Perú		x	Gerente General	CINYDE
4	Ing.	Canziani, Franco	Perú		x	Gerente General	WAIRA
5	Ing.	Aguinaga Díaz, Jorge	Perú		x	Gerente General	CENERGIA
6	Ing.	Fernandez Ortega, David	España		x	Gerente General	Barlovento Renov. Latinoamer.
7	Dr.	Gonzales Minguez, Carlos	Perú		x	Gerente General	GC Energy Consulting, Inc
8	Ing.	Novoa Peña, Alfredo	Perú		x	Gerente General	Ecoenergías SAC
9	Msc.	Gamio Aita, Pedro Fernando	Perú		x	Gerente Regional para AL	GVEP International
10	MBA	Salvador Jacome, Julio	Perú	x		Gerente	OSINERGMIN
11	Ing.	Bocanegra Alayo, Manuel	Perú		x	Gerente	Eficiencia Energética SAC
12	Msc	Ramirez Arcelles, Roberto	Perú		x	Director	COES-SINAC
13	Ing.	Chávez Chacaltana, Orlando	Perú	x		Director	DGE/MEM
14	Ing.	Duke, Carlos	Ecuador		x	Director Técnico	ENEALTER S.A.
15	Ing.	Miranda Gutierrez, Oscar	Perú	x		Secretario Ejecutivo	PECIER
16	Ing.	Gathmann, Johann	Alemania		x	Consultor Internacional	GGK
17	MBA	Tiravanti Zapata, Eduardo	Perú		x	Consultor	Stilar Energy SRL
18	MBA	Volkman, Dirk	Alemania		x	Consultor	
19	Ing.	Chávez Relamo, Jorge	Perú		x	Consultor	GAPEL SAC
20	Ing.	Mitna Ramirez, Riquel Ernes	Perú	x		Consultor	OSINERGMIN
21	Ing.	Olazabal Reyes, Juan	Perú		x	Consultor	
22	Ing.	José Ponce A.	Perú		x	Consultor	Inversiones Conbecsa SAC
23	Msc.	Vilca, David	Perú		x	Consultor	
24	Ing.	Jácome Depaz, Yofré	Perú		x	Consultor	COES-SINAC
25	Msc.	Rimari, Ernesto	Perú	x		Consultor	PROINVERSIÓN
26	Dr.	González Chávez, Salomé	Perú	x		Decano	Universidad Nacional Ingeniería
27	Dr.	Nahui Ortiz, Jhonny	Perú		x	Consultor-Académico	MEN Ingenieros SAC
28	Ing.	Orbegozo Rebo, Carlos	Perú	x		Consultor-Académico	MINAM; PENUD
29	Msc.	Vilcahuamán Sanabria, Raúl	Perú	x		Consultor-Académico	IANSA
30	Dr.	Rios, Alberto	España		x	Académico	Universidad Europea de Madrid
31	Eco	Sánchez Albavera, Fernando	Perú		x	Académico	Universidad UTEC
32	Dr.	Noel, Julien	Perú		x	Académico	Universidad UTEC
33	Dr.	Ramos Saravia, José	Perú		x	Académico	CESEL
34	Dr.	Vera Pomalaza, Rafael	Perú		x	Académico	Universidad UTEC
35	Msc.	Aguilar Quiroz, Ricardo Arturo	Perú		x	Consultor-Académico	Kallpa Generación S.A.

ANEXO 2

Encuesta 1: Relación directa entre variables determinada por expertos en energía (Stakeholders). Matriz de Influencia-Dependencia.

ENCUESTA DE OPINIÓN

Expertos en Energía

“VIABILIDAD PARA GENERAR ELECTRICIDAD UTILIZANDO ERNC EN ZONAS RURALES”

Muchas gracias por disponer de su tiempo para responder las preguntas de una encuesta, que servirá para elaborar un estudio de investigación sobre la **viabilidad de desarrollo de proyectos de generación de electricidad, utilizando ERNC en zonas rurales del Perú para población en situación de pobreza**. Su opinión será de mucha ayuda para el diagnóstico de su factibilidad.

Sus respuestas serán totalmente anónimas. Todos los resultados serán utilizados para uso exclusivo del estudio.

Si tiene dudas acerca de la encuesta, comuníquese con Elmer Ramirez por correo electrónico a eramirez@utec.edu.pe o por teléfono al 954775797.

1.0 Información general

Nombre:

Señale su actividad profesional en el sector energético

Consultor
Empresario
Directivo de Empresa
Académico
Otros

Sector Público

Sector Privado

2.0 Cuál es su opinión en relación al “Desarrollo de proyectos para generar electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para población en situación de pobreza”.

- 2.1 Indique con un número (nivel de intensidad) en la matriz de variables, para cada combinación de variables (influyentes y dependientes), en relación a la: **“Viabilidad en el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales para población en situación de pobreza”**

Nivel de Intensidad		
4	:	Potencial
3	:	Fuerte
2	:	Moderado
1	:	Débil
0	:	Ninguna

Ejemplo: Si en la celda color amarillo de la matriz de variables coloca el número 3, significa que: la variable **Gestión de los gobiernos INFLUYE** sobre la variable **Participación del sector privado**, con un nivel de intensidad (3) **fuerte** en la “viabilidad de desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para población en situación de pobreza”.

MATRIZ DE VARIABLES

VARIABLES		VARIABLES DEPENDIENTES													
		Participación de la comunidad	Participación del sector privado	Gestión de los gobiernos	Competencia de los RR.HH.	Inversión	Financieros	Recursos energéticos renovables	Ambientales	Normas regulatorias	Proveedores de equipos				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
VARIABLES INFLUYENTES	1 Participación de la comunidad: Pobladores rurales														
	2 Participación del sector privado: Inversionistas														
	3 Gestión de los gobiernos: Central, regional, distrital														
	4 Competencia de los Recursos Humanos: Profesionales involucrados en proyectos														
	5 Inversión: Costo de los equipos														
	6 Financieros: Entidades financieras														
	7 Recursos energéticos renovables: Viento, sol, Biomasa, geotermia, etc.														
	8 Ambientales: Cuidado del medio ambiente														
	9 Normas regulatorias: provenientes del estado														
	10 Proveedores de equipos: Fabricantes y representantes														
	11														
	12														
	13														
	14														

Señale OTROS que considere relevantes

ANEXO 3

Encuesta 2: Determinación de los principales actores para las variables claves.

Actores que influyen en la variables									
VARIABLES CLAVES		Participación del sector privado		Gestión de los gobiernos		Inversión		Financieros	
		Recursos energéticos renovables		Ambiental		Normas regulatorias		Proveedores de Equipos	
ACTORES		V1.2	V1.3	V2.1	V2.2	V3.1	V3.2	V3.3	V3.4
Act 1	Inversionistas								
Act 2	Autoridades de gobierno								
Act 3	Entidades financieras								
Act 4	Comunidades rurales								
Act 5	Fabricantes y Proveedores de equipos								
Act 6	Recursos humanos								
Act 7	Instituciones nacionales e internacionales								

ANEXO 4

Encuesta 3A: Matriz de Actores y Objetivos relacionados para la variable “Participación del sector privado”

ENCUESTA DE OPINIÓN N° 3A

Expertos en Energía

“VIABILIDAD PARA GENERAR ELECTRICIDAD UTILIZANDO ERNC EN ZONAS RURALES”

Muchas gracias por disponer de su tiempo para responder las preguntas de una encuesta, que servirá para elaborar un estudio de investigación sobre la **viabilidad de desarrollo de proyectos de generación de electricidad, utilizando ERNC en zonas rurales del Perú para población en situación de pobreza**. Su opinión será de mucha ayuda para el diagnóstico de su factibilidad.

Si tiene dudas acerca de la encuesta, comuníquese con Elmer Ramirez por correo electrónico a eramirez@utec.edu.pe o por teléfono al 954775797.

1.0 Información general

Nombre:

2.0Cuál es su opinión en relación a la “Participación del sector privados para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para población en situación de pobreza”.

PARTE 1:

Indique con un número (nivel de intensidad) en la matriz de actores, para cada combinación de actores

Nivel de Intensidad	
4	: Potencial
3	: Fuerte
2	: Moderado
1	: Débil
0	: Ninguna

Ejemplo: Sí en la celda color amarillo de la matriz de actores coloca el número 3, significa que: el actor **inversionista INFLUYE** sobre el actor **autoridades de**

gobierno, con un nivel de intensidad (3) **fuerte** en la “participación del sector privado para la viabilidad de desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para población en situación de pobreza”.

MATRIZ DE ACTORES

			ACTORES DEPENDIENTES							
VARIABLES			Inversionista	Autoridades de gobierno	Entidades Financieras	Comunidades rurales	Fabricantes y proveedores de equipos	Recursos humanos	Instituciones internacionales	
			Act 1	Act 2	Act 3	Act 4	Act 5	Act 6	Act 7	Act 8
ACTORES INFLUYENTES	Act 1	Inversionista: Persona(s) o empresa que desea invertir en proyectos								
	Act 2	Autoridades de gobierno: Funcionarios que toman decisiones para dar normas y promover los proyectos								
	Act 3	Entidades Financieras: Empresas que financian proyectos								
	Act 4	Comunidades rurales: Población que requiere mejorar su calidad de vida								
	Act 5	Fabricantes y proveedores de equipos: Empresas que disponen de tecnologías para el desarrollo de proyectos energéticos								
	Act 6	Recursos humanos: Personas que trabajan para el sector privado y público y están relacionados con el desarrollo de proyectos								
	Act 7	Instituciones internacionales: Facilitan los recursos financieros y humanos para desarrollar proyectos								
	Act 8									

Señale OTROS que considere relevantes

PARTE 2:

Así también, relacione los **Objetivos Estratégicos** para la “Participación del sector privado” en el desarrollo proyectos energéticos sostenibles utilizando las ERNC, en relación con los **actores**, considerando los siguientes niveles de intensidad.

El Objetivo estratégico:	
4:	Es indispensable para su existencia del actor.
3:	Es indispensable para su misión del actor.
2:	Es indispensable para sus proyectos del actor.
1:	Es indispensable para sus procesos operativos del actor.
0:	Es poco consecuente.

Ejemplo: Si en la celda color amarillo coloca el número 3, significa que: el Objetivo Estratégico “**Oportunidades de Negocio Rentables**”, es indispensable para su misión del actor **INVERSIONISTA** en el desarrollo de proyectos energéticos sostenibles utilizando las ERNC para zonas rurales.

ACTORES / OBJETIVOS ESTRATEGICOS	Objetivos estratégicos para desarrollar proyectos energéticos sostenibles utilizando las ERNC			
	Oportunidades de negocios rentables	Participación de los gobiernos	Apoyo financiero	Participación de las comunidades
Inversionistas: Persona(s) o empresas del sector privado con interés en invertir en proyectos energéticos para obtener beneficios económicos				
Autoridades de gobierno: Personal del sector público involucrado en gestionar o implementar leyes y proyectos energéticos en beneficio de su jurisdicción.				
Entidades financieras: Empresas privadas que prestan dinero a inversionistas				
Comunidades rurales: Pobladores localizados en zonas rurales				
Fabricantes y Proveedores de equipos: Empresas que comercializan equipos para sistemas energéticos				
Recursos humanos: Personal involucrado en el desarrollo de proyectos energéticos				
Instituciones internacionales: Organismos que desempeña una función de interés público, especialmente benéfico.				

Muchas gracias

ANEXO 5

Encuesta 3B: Matriz de Actores y Objetivos relacionados para la variable “Gestión de los gobiernos”

ENCUESTA DE OPINIÓN N° 3B

Expertos en Energía

“VIABILIDAD PARA GENERAR ELECTRICIDAD UTILIZANDO ERNC EN ZONAS RURALES”

Muchas gracias por disponer de su tiempo para responder las preguntas de una encuesta, que servirá para elaborar un estudio de investigación sobre la **viabilidad de desarrollo de proyectos de generación de electricidad, utilizando ERNC en zonas rurales del Perú para población en situación de pobreza**. Su opinión será de mucha ayuda para el diagnóstico de su factibilidad.

Si tiene dudas acerca de la encuesta, comuníquese con Elmer Ramirez por correo electrónico a eramirez@utec.edu.pe o por teléfono al 954775797.

1.0 Información general

Nombre:

2.0 Cuál es su opinión en relación a la “Gestión de los gobiernos para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para pobladores en situación de pobreza”.

PARTE 1:

Indique con un número (nivel de intensidad) en la matriz de actores, para cada combinación de actores.

Nivel de Intensidad	
4	: Potencial
3	: Fuerte
2	: Moderado
1	: Débil
0	: Ninguna

Ejemplo: Si en la celda color amarillo de la matriz de actores coloca el número 3, significa que: el actor **inversionista** **INFLUYE** sobre el actor **autoridades de gobierno**, con un nivel de intensidad (3) **fuerte** en la “**gestión de los gobiernos** para la viabilidad de desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para población en situación de pobreza”.

MATRIZ DE ACTORES

VARIABLES			ACTORES DEPENDIENTES					
			Inversionista	Autoridades de gobierno	Comunidades rurales	Recursos humanos	Instituciones internacionales	
			Act 1	Act 2	Act 3	Act 4	Act 5	Act 6
ACTORES INFLUYENTES	Act 1	Inversionista: Persona(s) o empresa que desea invertir en proyectos						
	Act 2	Autoridades de gobierno: Funcionarios que toman decisiones para dar normas y promover los proyectos						
	Act 3	Comunidades rurales: Población que requiere mejorar su calidad de vida						
	Act 4	Recursos humanos: Personas que trabajan para el sector privado y público y están relacionados con el desarrollo de proyectos						
	Act 5	Instituciones internacionales: Facilitan los recursos financieros y humanos para desarrollar proyectos						
	Act 6							

Señale OTROS si considera relevante

PARTE 2:

Así también, complete con un número la matriz Actores/Objetivos para la variable “*Gestión de los gobiernos*” cuyo reto estratégico es “Promover y desarrollar proyectos energéticos para el desarrollo humano” donde se requiere establecer la relación entre los **Actores** y los **Objetivos** para el logro del reto, considerando los siguientes niveles de intensidad.

El Objetivo:	
(+/-) 4:	Es indispensable para su existencia del actor.
(+/-) 3:	Es indispensable para su misión del actor.
(+/-) 2:	Es indispensable para sus proyectos del actor.
(+/-) 1:	Es indispensable para sus procesos operativos del actor.
0:	Es poco consecuente.

El signo significa si el actor es favorable (+) u opuesto (-) al objetivo

Ejemplo: Con respecto a la **Gestión de los gobiernos** para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para pobladores en situación de pobreza”; sí en la celda color amarillo coloca el número 3, significa, que para el actor **AUTORIDADES DE GOBIERNO**, es indispensable para su **misión** (ver cuadro anterior) lograr el Objetivo “**Mejora de la calidad de vida de pobladores en zonas rurales**”

ACTORES / OBJETIVOS	Objetivos para el reto estratégico: “Promover y desarrollar proyectos energéticos para el desarrollo humano”				
	Mejora de la calidad de vida de pobladores en zonas rurales	Coordinación institucional	Inclusión social	Apoyo financiero	Mejora de la normatividad energética
Inversionista: Persona(s) o empresa que desea invertir en proyectos					
Autoridades de gobierno: Funcionarios que toman decisiones para dar normas y promover los proyectos					
Comunidades rurales: Población que requiere mejorar su calidad de vida					
Recursos humanos: Personas que trabajan para el sector privado y público y están relacionados con el desarrollo de proyectos					
Instituciones internacionales: Facilitan los recursos financieros y humanos para desarrollar proyectos					

Muchas gracias

ANEXO 6

Encuesta 3C: Matriz de Actores y Objetivos relacionados para la variable “Inversión”

ENCUESTA DE OPINIÓN N° 3C

Expertos en Energía

“VIABILIDAD PARA GENERAR ELECTRICIDAD UTILIZANDO ERNC EN ZONAS RURALES”

Muchas gracias por disponer de su tiempo para responder las preguntas de una encuesta, que servirá para elaborar un estudio de investigación sobre la ***viabilidad de desarrollo de proyectos de generación de electricidad, utilizando ERNC en zonas rurales del Perú para población en situación de pobreza***. Su opinión será de mucha ayuda para el diagnóstico de su factibilidad.

Si tiene dudas acerca de la encuesta, comuníquese con Elmer Ramirez por correo electrónico a eramirez@utec.edu.pe o por teléfono al 954775797.

1.0 Información general

Nombre:

2.0Cuál es su opinión en relación a la variable “Inversión para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para pobladores en situación de pobreza”.

PARTE 1:

Indique con un número (nivel de intensidad) en la matriz de actores que intervienen para el logro de la Inversión, para cada combinación de actores.

Nivel de Intensidad		
4	:	Potencial
3	:	Fuerte
2	:	Moderado
1	:	Débil
0	:	Ninguna

Ejemplo: Si en la celda color amarillo de la matriz de actores coloca el número 3, significa que: el actor **inversionista INFLUYE** sobre el actor **autoridades de gobierno**, con un nivel de intensidad (3) **fuerte** en la “Inversión para la viabilidad de desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para población en situación de pobreza”.

MATRIZ DE ACTORES

VARIABLES			ACTORES DEPENDIENTES					
			Inversionistas	Autoridades de gobierno	Entidades financieras	Fabricantes y proveedores de equipos	Instituciones internacionales	
			Act 1	Act 2	Act 3	Act 4	Act 5	Act 6
ACTORES INFLUYENTES	Act 1	Inversionistas: Persona(s) o empresa que desea invertir en proyectos						
	Act 2	Autoridades de gobierno: Funcionarios que toman decisiones para dar normas y promover los proyectos						
	Act 3	Entidades financieras: Empresas que financian proyectos						
	Act 4	Fabricantes y proveedores de equipos: Empresas que disponen de tecnologías para el desarrollo de proyectos energéticos						
	Act 5	Instituciones internacionales: Facilitan los recursos financieros y humanos para desarrollar proyectos						
	Act 6							

Señale OTROS si considera relevante

PARTE 2:

Así también, complete con un número la matriz Actores/Objetivos para la variable “Inversión” cuyo reto estratégico es lograr la “Mejor alternativa técnico-económico de proyectos de generación de electricidad con ERNC” donde se requiere establecer la relación entre los **Actores** y los **Objetivos** para el logro del reto, considerando los siguientes niveles de intensidad.

El Objetivo:	
(+/-) 4:	Es indispensable para su existencia del actor.
(+/-) 3:	Es indispensable para su misión del actor.
(+/-) 2:	Es indispensable para sus proyectos del actor.
(+/-) 1:	Es indispensable para sus procesos operativos del actor.
0:	Es poco consecuente.

El signo significa si el actor es favorable (+) u opuesto (-) al objetivo

Ejemplo: Con respecto a la **Inversión** para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para pobladores en situación de pobreza”; sí en la celda color amarillo coloca el número 3, significa, que para el actor **AUTORIDADES DE GOBIERNO**, es indispensable para su **misión** (ver cuadro anterior) lograr el Objetivo “**Proyectos energéticos económicos y sostenibles**”

ACTORES / OBJETIVOS	Objetivos para el reto estratégico: “Mejor alternativa técnico-económico de proyectos de generación de electricidad con ERNC”			
	Proyectos energéticos económicos y sostenibles	Apoyo económico de los gobiernos	Recursos económicos del sector privado	Recursos económicos de las comunidades
Inversionistas: Persona(s) o empresa que desea invertir en proyectos				
Autoridades de gobierno: Funcionarios que toman decisiones para dar normas y promover los proyectos				
Entidades financieras: Empresas que financian proyectos				
Fabricantes y proveedores de equipos: Empresas que disponen de tecnologías para el desarrollo de proyectos energéticos				
Instituciones internacionales: Facilitan los recursos financieros y humanos para desarrollar proyectos				

Muchas gracias

ANEXO 7

Encuesta 3D: Matriz de Actores y Objetivos relacionados para la variable “Financieros”

ENCUESTA DE OPINIÓN N° 3D

Expertos en Energía

“VIABILIDAD PARA GENERAR ELECTRICIDAD UTILIZANDO ERNC EN ZONAS RURALES”

Muchas gracias por disponer de su tiempo para responder las preguntas de una encuesta, que servirá para elaborar un estudio de investigación sobre la ***viabilidad de desarrollo de proyectos de generación de electricidad, utilizando ERNC en zonas rurales del Perú para población en situación de pobreza***. Su opinión será de mucha ayuda para el diagnóstico de su factibilidad.

Si tiene dudas acerca de la encuesta, comuníquese con Elmer Ramirez por correo electrónico a eramirez@utec.edu.pe o por teléfono al 954775797.

1.0 Información general

Nombre:

2.0 Cuál es su opinión en relación a la variable “Financiera” para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para pobladores en situación de pobreza”.

PARTE 1:

Indique con un número (nivel de intensidad) en la matriz de actores que intervienen para el logro de la variable Financiera, para cada combinación de actores.

Nivel de Intensidad		
4	:	Potencial
3	:	Fuerte
2	:	Moderado
1	:	Débil
0	:	Ninguna

Ejemplo: Si en la celda color amarillo de la matriz de actores coloca el número 2, significa que: el actor **inversionista INFLUYE** sobre el actor **autoridades de gobierno**, con un nivel de intensidad (2) **moderado** en el acceso al “Financiamiento para la viabilidad de desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para población en situación de pobreza”.

MATRIZ DE ACTORES

VARIABLES			ACTORES DEPENDIENTES				
			Inversionistas	Autoridades de gobierno	Entidades financieras	Instituciones internacionales	
			Act 1	Act 2	Act 3	Act 4	Act 5
ACTORES INFLUYENTES	Act 1	Inversionistas: Persona(s) o empresa que desea invertir en proyectos					
	Act 2	Autoridades de gobierno: Funcionarios que toman decisiones para dar normas y promover los proyectos					
	Act 3	Entidades financieras: Empresas que financian proyectos					
	Act 4	Instituciones internacionales: Facilitan los recursos financieros y humanos para desarrollar proyectos					
	Act 5						

Señale OTROS si considera relevante

PARTE 2:

Así también, complete con un número en la matriz Actores/Objetivos para la variable “Financiera” cuyo reto estratégico es lograr el “Acceso al financiero para el desarrollo de proyectos energéticos con ERNC” donde se requiere establecer la relación entre los **Actores** y los **Objetivos** para el logro del reto, considerando los siguientes niveles de intensidad.

El Objetivo:	
(+/-) 4:	Es indispensable para su existencia del actor.
(+/-) 3:	Es indispensable para su misión del actor.
(+/-) 2:	Es indispensable para sus proyectos del actor.
(+/-) 1:	Es indispensable para sus procesos operativos del actor.
0:	Es poco consecuente.

El signo significa si el actor es favorable (+) u opuesto (-) al objetivo

Ejemplo: Con respecto al **Financiamiento** para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para pobladores en situación de pobreza”; sí en la celda color amarillo coloca el número 3, significa, que para el actor **AUTORIDADES DE GOBIERNO**, es indispensable para su **misión** (ver cuadro anterior) lograr el Objetivo “**Acceso al financiamiento para el desarrollo de proyectos energéticos**”

ACTORES / OBJETIVOS	Objetivos para el reto estratégico: “Acceso al financiamiento para el desarrollo de proyectos energéticos”	
	Acceso al financiamiento de proyectos energéticos para el sector rural	Acceder a las menores tasas de préstamo
Inversionistas: Persona(s) o empresa que desea invertir en proyectos		
Autoridades de gobierno: Funcionarios que toman decisiones para dar normas y promover los proyectos		
Entidades financieras: Empresas que financian proyectos		
Instituciones internacionales: Facilitan los recursos financieros y humanos para desarrollar proyectos		

Muchas gracias

ANEXO 8

Encuesta 3E: Matriz de Actores y Objetivos relacionados para la variable “Recursos energéticos renovables”

ENCUESTA DE OPINIÓN N° 3E

Expertos en Energía

“VIABILIDAD PARA GENERAR ELECTRICIDAD UTILIZANDO ERNC EN ZONAS RURALES”

Muchas gracias por disponer de su tiempo para responder las preguntas de una encuesta, que servirá para elaborar un estudio de investigación sobre la **viabilidad de desarrollo de proyectos de generación de electricidad, utilizando ERNC en zonas rurales del Perú para población en situación de pobreza**. Su opinión será de mucha ayuda para el diagnóstico de su factibilidad.

Si tiene dudas acerca de la encuesta, comuníquese con Elmer Ramirez por correo electrónico a eramirez@utec.edu.pe o por teléfono al 954775797.

1.0 Información general

Nombre:

2.0 Cuál es su opinión en relación a la variable “Recursos energéticos renovables” para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para pobladores en situación de pobreza”.

PARTE 1:

Indique con un número (nivel de intensidad) en la matriz de actores que intervienen para el logro de la variable Financiera, para cada combinación de actores.

Nivel de Intensidad		
4	:	Potencial
3	:	Fuerte
2	:	Moderado
1	:	Débil
0	:	Ninguna

Ejemplo: Sí en la celda color amarillo de la matriz de actores coloca el número 2, significa que: el actor **inversionista INFLUYE** sobre el actor **autoridades de**

gobierno, con un nivel de intensidad (3) **fuerte** para identificar los mayores potenciales de “Recursos energéticos renovables para la viabilidad de desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para población en situación de pobreza”.

MATRIZ DE ACTORES

VARIABLES			ACTORES DEPENDIENTES			
			Inversionistas	Autoridades de gobierno	Recursos humanos	
			Act 1	Act 2	Act 3	Act 4
ACTORES INFLUYENTES	Act 1	Inversionistas: Persona(s) o empresa que desea invertir en proyectos				
	Act 2	Autoridades de gobierno: Funcionarios que toman decisiones para dar normas y promover los proyectos				
	Act 3	Recursos humanos: Personas que trabajan para el sector privado y público y están relacionados con el desarrollo de proyectos				
	Act 4					

Señale OTROS si considera relevante

PARTE 2:

Así también, complete con un número en la matriz Actores/Objetivos para la variable “Recursos energéticos renovables” cuyo reto estratégico es “Identificar los mayores potenciales energéticos en zonas rurales, para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad con ERNC” donde se requiere establecer la relación entre los **Actores** y los **Objetivos** para el logro del reto, considerando los siguientes niveles de intensidad.

El Objetivo:	
(+/-) 4:	Es indispensable para su existencia del actor.
(+/-) 3:	Es indispensable para su misión del actor.
(+/-) 2:	Es indispensable para sus proyectos del actor.
(+/-) 1:	Es indispensable para sus procesos operativos del actor.
0:	Es poco consecuente.

El signo significa si el actor es favorable (+) u opuesto (-) al objetivo

Ejemplo: Con respecto a los **Recursos energéticos renovables** para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para pobladores en situación de pobreza”; sí en la celda color amarillo coloca el número 3, significa, que para el actor **AUTORIDADES DE GOBIERNO**, es indispensable para su **misión** (ver cuadro anterior) lograr el Objetivo “**Identificar y aprovechar las fuentes energéticas renovables del país**”

ACTORES / OBJETIVOS	Reto estratégico: “Identificar los mayores potenciales energéticos en zonas rurales, para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad con ERNC”	
	Identificar y aprovechar las fuentes energéticas renovables del país	Reconocer oportunidades de proyectos energéticos en zonas rurales
Inversionistas: Persona(s) o empresa que desea invertir en proyectos		
Autoridades de gobierno: Funcionarios que toman decisiones para dar normas y promover los proyectos		
Recursos humanos: Personas que trabajan para el sector privado y público y están relacionados con el desarrollo de proyectos		

Muchas gracias

ANEXO 9

Encuesta 3F: Matriz de Actores y Objetivos relacionados para la variable “Ambiental”

ENCUESTA DE OPINIÓN N° 3F

Expertos en Energía

“VIABILIDAD PARA GENERAR ELECTRICIDAD UTILIZANDO ERNC EN ZONAS RURALES”

Muchas gracias por disponer de su tiempo para responder las preguntas de una encuesta, que servirá para elaborar un estudio de investigación sobre la **viabilidad de desarrollo de proyectos de generación de electricidad, utilizando ERNC en zonas rurales del Perú para población en situación de pobreza**. Su opinión será de mucha ayuda para el diagnóstico de su factibilidad.

Si tiene dudas acerca de la encuesta, comuníquese con Elmer Ramirez por correo electrónico a eramirez@utec.edu.pe o por teléfono al 954775797.

1.0 Información general

Nombre:

2.0 Cuál es su opinión en relación a la variable “Ambiental” para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para pobladores en situación de pobreza”.

PARTE 1:

Indique con un número (nivel de intensidad) en la matriz de actores que intervienen para el logro de la variable Ambiental, para cada combinación de actores.

Nivel de Intensidad		
4	:	Potencial
3	:	Fuerte
2	:	Moderado
1	:	Débil
0	:	Ninguna

Ejemplo: Si en la celda color amarillo de la matriz de actores coloca el número 2, significa que: el actor **inversionista INFLUYE** sobre el actor **autoridades de gobierno**, con un nivel de intensidad (3) **fuerte** para el “desarrollo de proyectos de generación de electricidad con el menor impacto ambiental en zonas rurales en situación de pobreza”.

MATRIZ DE ACTORES

VARIABLES			ACTORES DEPENDIENTES				
			Inversionistas	Autoridades de gobierno	Comunidades rurales	Instituciones internacionales	
			Act 1	Act 2	Act 3	Act 4	Act 5
ACTORES INFLUYENTES	Act 1	Inversionistas: Persona(s) o empresa que desea invertir en proyectos					
	Act 2	Autoridades de gobierno: Funcionarios que toman decisiones para dar normas y promover los proyectos					
	Act 3	Comunidades rurales: Población que requiere mejorar su calidad de vida					
	Act 4	Instituciones internacionales: Facilitan los recursos financieros y humanos para desarrollar proyectos					
	Act 5						

Señale OTROS si considera relevante

PARTE 2:

Así también, complete con un número en la matriz Actores/Objetivos para la variable “Ambiental” cuyo reto estratégico es “Menor impacto medioambiental con los proyectos energéticos utilizando las ERNC” donde se requiere establecer la relación entre los **Actores** y los **Objetivos** para el logro del reto, considerando los siguientes niveles de intensidad.

El Objetivo:	
(+/-) 4:	Es indispensable para su existencia del actor.
(+/-) 3:	Es indispensable para su misión del actor.
(+/-) 2:	Es indispensable para sus proyectos del actor.
(+/-) 1:	Es indispensable para sus procesos operativos del actor.
0:	Es poco consecuente.

El signo significa si el actor es favorable (+) u opuesto (-) al objetivo

Ejemplo: Con respecto a la variable **Ambiental** para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para pobladores en situación de pobreza”; sí en la celda color amarillo coloca el número 3, significa, que para el actor **AUTORIDADES DE GOBIERNO**, es indispensable para su misión (ver cuadro anterior) lograr el Objetivo “**Desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC con menor impacto ambiental**”

ACTORES / OBJETIVOS	Reto estratégico: “Menor impacto medioambiental con los proyectos energéticos utilizando las ERNC”	
	Desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando las ERNC con menor impacto ambiental	Reconocimiento de las instituciones nacionales e internacionales para incentivar su apoyo
Inversionistas: Persona(s) o empresa que desea invertir en proyectos		
Autoridades de gobierno: Funcionarios que toman decisiones para dar normas y promover los proyectos		
Comunidades rurales: Población que requiere mejorar su calidad de vida		
Instituciones internacionales: Facilitan los recursos financieros y humanos para desarrollar proyectos		

Muchas gracias

ANEXO 10

Encuesta 3G: Matriz de Actores y Objetivos relacionados para la variable “Normas regulatorias”

ENCUESTA DE OPINIÓN N° 3G

Expertos en Energía

“VIABILIDAD PARA GENERAR ELECTRICIDAD UTILIZANDO ERNC EN ZONAS RURALES”

Muchas gracias por disponer de su tiempo para responder las preguntas de una encuesta, que servirá para elaborar un estudio de investigación sobre la **viabilidad de desarrollo de proyectos de generación de electricidad, utilizando ERNC en zonas rurales del Perú para población en situación de pobreza**. Su opinión será de mucha ayuda para el diagnóstico de su factibilidad.

Si tiene dudas acerca de la encuesta, comuníquese con Elmer Ramirez por correo electrónico a eramirez@utec.edu.pe o por teléfono al 954775797.

1.0 Información general

Nombre:

2.0 Cuál es su opinión en relación a la variable “Normas regulatorias” para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para pobladores en situación de pobreza”.

PARTE 1:

Indique con un número (nivel de intensidad) en la matriz de actores que intervienen para el logro de la variable Normas regulatorias, para cada combinación de actores.

Nivel de Intensidad		
4	:	Potencial
3	:	Fuerte
2	:	Moderado
1	:	Débil
0	:	Ninguna

Ejemplo: Si en la celda color amarillo de la matriz de actores coloca el número 3, significa que: el actor **inversionista INFLUYE** sobre el actor **autoridades de gobierno**, con un nivel de intensidad (3) **fuerte** en el aspecto **Regulatorio** (Normas que permiten promover el desarrollo de proyectos energéticos de generación de electricidad con ERNC en zonas rurales en situación de pobreza).

MATRIZ DE ACTORES

VARIABLES			ACTORES DEPENDIENTES			
			Inversionistas	Autoridades de gobierno	Instituciones nacionales e internacionales	
			Act 1	Act 2	Act 3	Act 4
ACTORES INFLUYENTES	Act 1	Inversionista: Persona(s) o empresa que desea invertir en proyectos				
	Act 2	Autoridades de gobierno: Funcionarios que toman decisiones para dar normas y promover los proyectos				
	Act 3	Instituciones nacionales e internacionales: Facilitan los recursos financieros y humanos para desarrollar proyectos				
	Act 4					

Señale OTROS si considera relevante

PARTE 2:

Así también, complete con un número en la matriz Actores/Objetivos para la variable “*Normas regulatorias*” cuyo reto estratégico es “Establecer normas que permitan promover el desarrollo de proyectos energéticos con ERNC” donde se requiere relacionar los **Actores** y los **Objetivos** para el logro del reto, considerando los siguientes niveles de intensidad.

El Objetivo:	
(+/-) 4:	Es indispensable para su existencia del actor.
(+/-) 3:	Es indispensable para su misión del actor.
(+/-) 2:	Es indispensable para sus proyectos del actor.
(+/-) 1:	Es indispensable para sus procesos operativos del actor.
0:	Es poco consecuente.

El signo significa si el actor es favorable (+) u opuesto (-) al objetivo

Ejemplo: Con respecto a la variable **Normas regulatorias** para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para pobladores en situación de pobreza”; sí en la celda color amarillo coloca el número 3, significa, que para el actor **AUTORIDADES DE GOBIERNO**, es indispensable para su **misión** (ver cuadro anterior) lograr el Objetivo “**Implementar normas que permitan promover el desarrollo de proyectos**”

ACTORES / OBJETIVOS	Reto estratégico: “Normas que permitan promover el desarrollo de proyectos energéticos con ERNC”	
	Implementar normas que permitan promover el desarrollo de proyectos	Incentivar al sector privado para invertir en proyectos energéticos.
Inversionistas: Persona(s) o empresa que desea invertir en proyectos		
Autoridades de gobierno: Funcionarios que toman decisiones para dar normas y promover los proyectos		
Instituciones nacionales e internacionales: Facilitan los recursos financieros y humanos para desarrollar proyectos		

Muchas gracias

ANEXO 11

Encuesta 3H: Matriz de Actores y Objetivos relacionados para la variable “Proveedores de equipos”

ENCUESTA DE OPINIÓN N° 3H

Expertos en Energía

“VIABILIDAD PARA GENERAR ELECTRICIDAD UTILIZANDO ERNC EN ZONAS RURALES”

Muchas gracias por disponer de su tiempo para responder las preguntas de una encuesta, que servirá para elaborar un estudio de investigación sobre la ***viabilidad de desarrollo de proyectos de generación de electricidad, utilizando ERNC en zonas rurales del Perú para población en situación de pobreza***. Su opinión será de mucha ayuda para el diagnóstico de su factibilidad.

Si tiene dudas acerca de la encuesta, comuníquese con Elmer Ramirez por correo electrónico a eramirez@utec.edu.pe o por teléfono al 954775797.

1.0 Información general

Nombre:

2.0 Cuál es su opinión en relación a la variable “Proveedores de equipos” para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para pobladores en situación de pobreza”.

PARTE 1:

Indique con un número (nivel de intensidad) en la matriz de actores que intervienen para el logro de la variable Proveedores de equipos, para cada combinación de actores.

Nivel de Intensidad	
4	: Potencial
3	: Fuerte
2	: Moderado
1	: Débil
0	: Ninguna

Ejemplo: Si en la celda color amarillo de la matriz de actores coloca el número 3, significa que: el actor **Entidades financieras INFLUYE** sobre el actor **Fabricantes y proveedores de equipos**, con un nivel de intensidad (3) **fuerte** en el aspecto **Proveedores de equipos** (empresas que disponen de tecnologías para el desarrollo de proyectos energéticos. Su actividad es la venta y soporte técnico de equipos).

MATRIZ DE ACTORES

VARIABLES			ACTORES DEPENDIENTES			
			Inversionistas	Entidades financieras	Fabricantes y proveedores de equipos.	
			Act 1	Act 2	Act 3	Act 4
ACTORES INFLUYENTES	Act 1	Inversionista: Persona(s) o empresa que desea invertir en proyectos.				
	Act 2	Entidades financieras: Empresas que financian proyectos.				
	Act 3	Fabricantes y proveedores de equipos: Empresas que disponen de tecnologías para el desarrollo de proyectos energéticos. Su actividad es la venta y soporte técnico de equipos.				
	Act 4					

Señale OTROS si considera relevante

PARTE 2:

Así también, complete con un número en la matriz Actores/Objetivos para la variable “Fabricantes y proveedores de equipos” cuyo reto estratégico es “Participación activa de proveedores y fabricantes en el desarrollo de proyectos energéticos utilizando ERNC” donde se requiere relacionar los **Actores** y los **Objetivos** para el logro del reto, considerando los siguientes niveles de intensidad.

El Objetivo:	
(+/-) 4:	Es indispensable para su existencia del actor.
(+/-) 3:	Es indispensable para su misión del actor.
(+/-) 2:	Es indispensable para sus proyectos del actor.
(+/-) 1:	Es indispensable para sus procesos operativos del actor.
0:	Es poco consecuente.

El signo significa si el actor es favorable (+) u opuesto (-) al objetivo

Ejemplo: Con respecto a la variable **Proveedores de equipos** para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para pobladores en situación de pobreza”; sí en la celda color amarillo coloca el número 2, significa, que para el actor **INVERSIONISTA**, es indispensable para sus **proyectos** (ver cuadro anterior) lograr el Objetivo “Adquirir conocimiento de las tecnologías de vanguardia para el aprovechamiento de las fuentes energéticas renovables”

ACTORES / OBJETIVOS	Reto estratégico: “Participación activa de proveedores y fabricantes en el desarrollo de proyectos energéticos utilizando las ERNC”		
	Adquirir conocimiento de las tecnologías de vanguardia para el aprovechamiento de las fuentes energéticas renovables	Incluirlos como socios estratégicos para desarrollar proyectos de generación de electricidad utilizando las ERNC	Disponer de soluciones tecnológicas adecuadas y económicas para implementar proyectos de generación de electricidad utilizando las ERNC.
Inversionista(s): Persona(s) o empresa que desea invertir en proyectos.			
Entidades financieras: Empresas que financian proyectos.			
Fabricantes y proveedores de equipos: Empresas que disponen de tecnologías para el desarrollo de proyectos energéticos. Su actividad es la venta y soporte técnico de equipos,			

Muchas gracias

ANEXO 12

Encuesta 4: Probabilidades de ocurrencia de eventos (hipótesis)

ENCUESTA DE OPINIÓN N° 4

Expertos en Energía

“VIABILIDAD PARA GENERAR ELECTRICIDAD UTILIZANDO ERNC EN ZONAS RURALES”

Muchas gracias por disponer de su tiempo para responder las preguntas de una encuesta, que servirá para elaborar un estudio de investigación sobre la ***viabilidad de desarrollo de proyectos de generación de electricidad, utilizando ERNC en zonas rurales del Perú para población en situación de pobreza***. Su opinión será de mucha ayuda para el diagnóstico de su factibilidad.

Si tiene dudas acerca de la encuesta, comuníquese con Elmer Ramirez por correo electrónico a eramirez@utec.edu.pe o por teléfono al 954775797.

1.0 Información general

Nombre:

2.0 Cuál es su opinión en relación al desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para pobladores en situación de pobreza”.

Las siguientes **Hipótesis** están referidas al “*Desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales para población en situación de pobreza*”

- H1 : El sector privado invierte para obtener rentabilidad económica.
- H2 : El gobierno promueve la inversión para mejorar la calidad de vida de zonas rurales.
- H3 : Proyectos de bajo costo y el acceso a su financiamiento contribuye a la inversión.
- H4 : Potenciales energías renovables de poco impacto ambiental fomenta la inversión.
- H5 : Normas adecuadas promueven la inversión.
- H6 : La participación activa de proveedores de equipos fomenta la inversión.

PARTE 1: Probabilidad de ocurrencia de eventos aislados para los próximos 10 años.

Indique el porcentaje (0-100%) de probabilidad que las hipótesis ocurran independiente de cualquier otro evento.

Hipótesis	H1	H2	H3	H4	H5	H6
Probabilidad (%)						

PARTE 2: Probabilidades condicionales de eventos tomados de dos en dos.

Indique el porcentaje (0-100%) de probabilidad que las hipótesis “i” ocurra **SI / NO** ocurre la hipótesis “j”. Los valores van de cero (no ocurre) a 100% (certeza que se realiza).

Ejemplos:

CASO 1:

- Sí en la celda color **amarillo** coloca 70%, significa que es la probabilidad que se realice la hipótesis **H1**: “El sector privado invierte para obtener rentabilidad económica”, **SÍ** ocurriera la hipótesis **H2**: “El gobierno promueve la inversión para mejorar la calidad de vida de zonas rurales”.

CASO 2:

- Sí en la celda color **azul** coloca 5%, significa que es la probabilidad que se realice la hipótesis **H1**: “El sector privado invierte para obtener rentabilidad económica”, **sí NO** ocurriera la hipótesis **H2**: El gobierno promueve la inversión para mejorar la calidad de vida de zonas rurales”.

		Hi: Hipótesis Dependiente de Hj											
		H1		H2		H3		H4		H5		H6	
Condición		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Hj: Hipótesis Independiente	H1												
	H2												
	H3												
	H4												
	H5												
	H6												

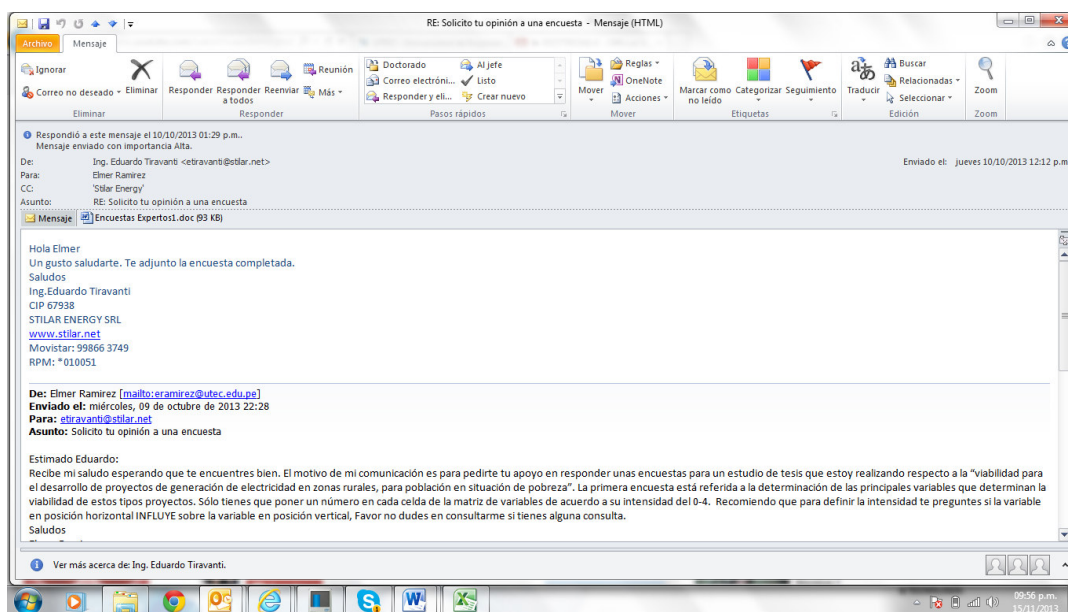
Finalmente, respecto a las hipótesis consultadas, elija el grupo donde se ubica.

Grupo	Conocimiento de los temas de las hipótesis	
1	Conozco los temas de más de tres de las hipótesis consultadas	
2	Conozco los temas de hasta tres de las hipótesis consultadas	
3	Conozco los temas de menos de tres de las hipótesis consultadas	

Muchas gracias

ANEXO 13

ANEXO 13A: Evidencia de envío y recepción de la Encuesta 1 vía correo electrónico



ANEXO 13B: Encuesta enviada por un experto vía correo electrónico

ENCUESTA DE OPINIÓN

Expertos en Energía

“VIABILIDAD PARA GENERAR ELECTRICIDAD UTILIZANDO ERNC EN ZONAS RURALES”

Muchas gracias por disponer de su tiempo para responder las preguntas de una encuesta, que servirá para elaborar un estudio de investigación sobre la **viabilidad de desarrollo de proyectos de generación de electricidad, utilizando ERNC en zonas rurales del Perú para población en situación de pobreza**. Su opinión será de mucha ayuda para el diagnóstico de su factibilidad.

Sus respuestas serán totalmente anónimas. Todos los resultados serán utilizados para uso exclusivo del estudio.

Si tiene dudas acerca de la encuesta, comuníquese con Elmer Ramirez por correo electrónico a eramirez@utec.edu.pe o por teléfono al 954775797.

1.0 Información general

Señale su actividad profesional en el sector energético

Consultor	X
Empresario	X
Directivo de Empresa	X
Académico	X
Otros	Investigador

Sector Público	<input type="checkbox"/>
Sector Privado	<input checked="" type="checkbox"/>

2.0Cuál es su opinión en relación al “Desarrollo de proyectos para generar electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para población en situación de pobreza”.

Respuesta: Creo que el uso de energías renovables mediante micro centrales de generación con uso de recursos renovables es la única solución posible para poder llegar con electrificación a zonas rurales que por su geografía es casi imposible llegarles con electrificación pública tradicional mediante redes públicas. Ahora esto se debe iniciar con proyectos de generación para usuarios productivos para que se pueda sustentar los costos en la productividad del campo, de tal manera que adicionalmente se pueda llegar al poblado general.

2.2 Indique con un número (nivel de intensidad) en la matriz de variables, para cada combinación de variables (influyentes y dependientes), en relación a la: “**Viabilidad en el desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales para población en situación de pobreza**”

Nivel de Intensidad	
4	: Potencial
3	: Fuerte
2	: Moderado
1	: Débil
0	: Ninguna

Ejemplo: Sí en la celda color amarillo de la matriz de variables coloca el número 3, significa que: la variable **Gestión de los gobiernos INFLUYE** sobre la variable **Participación del sector privado**, con un nivel de intensidad (3) **fuerte** en la “viabilidad de desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC en zonas rurales, para población en situación de pobreza”.

MATRIZ DE VARIABLES

VARIABLES			VARIABLES DEPENDIENTES										
			Participación de la comunidad	Participación del sector privado	Gestión de los gobiernos	Competencia de los RR.HH.	Inversión	Financieros	Recursos energéticos renovables	Ambientales	Normas regulatorias	Proveedores de equipos	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
VARIABLES INFLUYENTES	1	Participación de la comunidad: Pobladores rurales		2	1	3	1	0	3	3	2	1	
	2	Participación del sector privado: Inversionistas	1		1	3	3	3	1	2	2	3	
	3	Gestión de los gobiernos: Central, regional, distrital	3	3		2	3	2	3	3	3	1	
	4	Competencia de los Recursos Humanos: Profesionales involucrados en proyectos con ERNC	3	3	1		0	0	3	3	2	3	
	5	Inversión: Costo de los equipos	3	4	2	4		4	4	4	1	3	
	6	Financieros: Entidades financieras	3	4	2	4	4		4	4	1	4	
	7	Recursos energéticos renovables: Disponibilidad de las ERNC (Viento, sol, Biomasa, geotermia, etc.)	4	4	4	4	4	4		4	3	4	
	8	Ambientales: Cuidado del medio ambiente	4	4	4	4	4	4	4		4	2	
	9	Normas regulatorias: provenientes del estado	3	3	3	3	3	3	1	3		3	
	10	Proveedores de equipos: Fabricantes y representantes	2	3	1	3	3	1	3	3	1		
	11												

Señale OTROS que considere relevantes

ANEXO 14

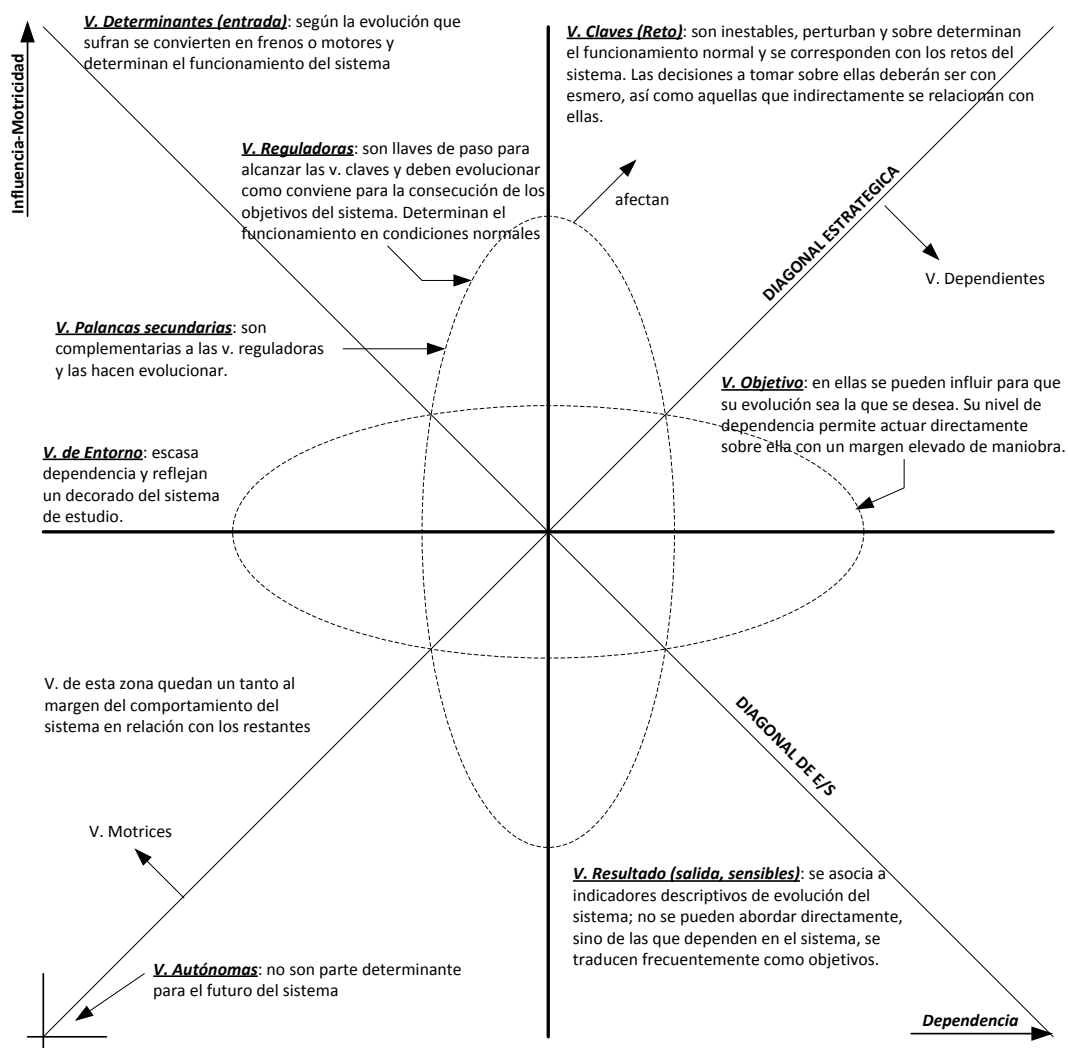
Resultados de proporción Directa, Indirecta y Potencial de la matriz de análisis estructural, utilizando el software MICMAC.

RANK	LABEL	DIRECT INFLUENCE	LABEL	DIRECT DEPENDENCE	LABEL	INDIRECT INFLUENCE	LABEL	INDIRECT DEPENDENCE
1	V1.3	1188	V1.2	1237	V1.3	1166	V1.2	1207
2	V3.2	1138	V3.2	1138	V3.2	1135	V3.2	1112
3	V3.3	1138	V1.3	1039	V3.3	1129	V1.3	1036
4	V3.1	1039	V2.1	1039	V3.1	1031	V2.2	1022
5	V1.4	990	V2.2	1039	V1.4	992	V2.1	1015
6	V3.4	990	V3.4	990	V3.4	985	V3.4	1007
7	V2.1	940	V1.1	940	V2.1	931	V1.1	955
8	V2.2	940	V3.1	940	V2.2	931	V3.1	954
9	V1.1	841	V3.3	841	V1.1	870	V3.3	865
10	V1.2	792	V1.4	792	V1.2	824	V1.4	823

RANK	LABEL	POTENTIAL DIRECT INFLUENCES	LABEL	POTENTIAL DIRECT DEPENDENCE	LABEL	POTENTIAL INDIRECT INFLUENCE	LABEL	POTENTIAL DIRECT DEPENDENCE
1	V1.3	1153	V1.2	1201	V1.3	1137	V1.2	1176
2	V3.2	1105	V2.1	1153	V3.3	1101	V2.2	1150
3	V3.3	1105	V2.2	1153	V3.2	1097	V2.1	1143
4	V1.2	1057	V3.2	1105	V1.2	1042	V3.2	1073
5	V3.1	1009	V1.3	1009	V3.1	1009	V1.3	1001
6	V1.4	961	V3.4	961	V1.4	971	V3.4	989
7	V3.4	961	V1.1	913	V3.4	966	V1.1	925
8	V2.1	913	V3.1	913	V2.1	914	V3.1	924
9	V2.2	913	V3.3	817	V2.2	914	V3.3	827
10	V1.1	817	V1.4	769	V1.1	844	V1.4	788

ANEXO 15

Mapa Conceptual para el Análisis Estructural – MIC MAC



Fuente. Elaboración propia

La ubicación de variables en el mapa, con un nivel de máxima motricidad y máxima dependencia, las califica como variables claves y estratégicas.

ANEXO 16

Consolidado de las opiniones de expertos que respondieron la Encuestas 2 respecto a los principales Actores por cada variable.

VARIABLES CLAVES		Participación del sector privado [V1.2]										Gestión de los gobiernos [V1.3]										Inversión [V2.1]										Financieros [V2.2]										
ACTORES		EXPERTOS ENCUESTADOS										EXPERTOS ENCUESTADOS										EXPERTOS ENCUESTADOS										EXPERTOS ENCUESTADOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Act 1	Inversionistas	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x										x	x																			
Act 2	Autoridades de gobierno	x						x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Act 3	Entidades financieras	x	x	x								x										x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Act 4	Comunidades rurales							x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																					
Act 5	Fabricantes y Proveedores de equipos	x	x	x		x	x	x	x	x	x											x																				
Act 6	Recursos humanos											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																					
Act 7	Instituciones internacionales	x										x										x																				
Act 8	Entidades educativas																																									

Se considera influyente con más de 2 opiniones

VARIABLES CLAVES		Recursos energéticos renovables [V3.1]										Ambiental [V3.2]										Normas regulatorias [V3.3]										Proveedores de Equipos [V3.4]									
ACTORES		EXPERTOS ENCUESTADOS										EXPERTOS ENCUESTADOS										EXPERTOS ENCUESTADOS										EXPERTOS ENCUESTADOS									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Act 1	Inversionistas				x						x	x			x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Act 2	Autoridades de gobierno	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Act 3	Entidades financieras	x										x										x																			
Act 4	Comunidades rurales			x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x																									
Act 5	Fabricantes y Proveedores de equipos					x				x		x																													
Act 6	Recursos humanos			x							x																														
Act 7	Instituciones internacionales		x	x							x	x	x	x	x	x						x																			
Act 8	Entidades educativas										x																														

EXPERTO	
0	Elmer Ramirez Q.
1	José Ramos Saravia
2	Yofré Jacomé
3	Rafael Vera
4	Alberto Rios
5	Raúl Vilcahuaman
6	Julien Noel
7	David Fernandez
8	Manuel Bocanegra
9	Eduardo Tiravanti

ANEXO 17

Consolidado de las opiniones de expertos que respondieron las Encuestas: 3A, 3B, 3C, 3D, 3E, 3F, 3G y 3H respecto a los Actores:

ENCUESTA 3A: PARTICIPACIÓN DEL SECTOR PRIVADO

VARIABLES CLAVES		Inversionistas							Autoridades de Gobierno							Entidades Financieras							Comunidades Rurales							Fabricantes y Proveedores de Equipos							Recursos Humanos							Instituciones Nacionales e Internacionales						
		Act 1							Act 2							Act 3							Act 4							Act 5							Act 6							Act 7						
EXPERTO ENERGÉTICO		1	2	3	4	5	6	M	1	2	3	4	5	6	M	1	2	3	4	5	6	M	1	2	3	4	5	6	M	1	2	3	4	5	6	M	1	2	3	4	5	6	M	1	2	3	4	5	6	M
Act 1	Inversionistas	0	0	0	0	0	0	0	4	2	3	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	3	1	2	1	1	3	2	2	1	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	1	3	1	4	3	2
Act 2	Autoridades de gobierno	3	4	3		1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	2	2	4	3	4	3	4	3	4	4	4	2	2	2	1	0	4	2	2	3	2	1	1	4	2	4	2	3	2	2	4	3
Act 3	Entidades financieras	4	4	4	2	3	4	4	2	2	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	0	2	2	0	1	2	1	3	3	2	1	3	3	3
Act 4	Comunidades rurales	4	0	2	0	1	1	1	2	3	4	3	3	2	3	1	0	2	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	3	2	1	2	2	
Act 5	Fabricantes y Proveedores de equipos	3	2	3	3	1	3	3	2	2	3	1	3	3	2	1	1	2	1	2	3	2	1	2	2	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0	1	1	2	1	1	2	3	1	1	2
Act 6	Recursos humanos	2	1	2	1	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	1	0	2	0	2	3	1	2	3	3	3	1	3	3	2	2	4	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	3	2	2	2	1	3	2	
Act 7	Instituciones nacionales e internacionales	4	3	3	1	2	4	3	4	3	4	2	2	3	3	2	3	3	2	3	4	3	0	2	4	1	1	3	2	1	1	1	1	2	4	2	1	3	2	1	2	4	2	0	0	0	0	0	0	

Media Acotada al 20%

No respondió

EXPERTO

1	Elmer Ramirez Q.
2	José Ramos Saravia
3	Rafael Vera
4	Jorge Chávez Retamozo
5	Carlos González
6	Alberto Rios

ENCUESTA 3B: GESTIÓN DE LOS GOBIERNOS

VARIABLES CLAVES		Inversionistas				Autoridades de Gobierno				Comunidades Rurales				Recursos Humanos				Instituciones Nacionales e Internacionales			
		Act 1				Act 2				Act 3				Act 4				Act 5			
EXPERTO ENERGÉTICO		1	2	3	M	1	2	3	M	1	2	3	M	1	2	3	M	1	2	3	M
Act 1	Inversionistas	0	0	0	0	4	2	3	3	1		4	3	1		3	2	2		3	3
Act 2	Autoridades de gobierno	4		2	3	0	0	0	0	2		2	2	1		2	2	4		3	4
Act 3	Comunidades rurales	2		2	2	2		2	2	0	0	0	0	0		3	2	1		2	2
Act 4	Recursos humanos	1		2	2	1		2	2	0		2	1	0	0	0	0	0		2	1
Act 5	Instituciones nacionales e internacionales	3		3	3	4	3	3	3	2		3	3	1		3	2	0	0	0	0

Media acotada al 20% No respondió

EXPERTO

1	Elmer Ramirez
2	Salome Gonzales Chávez
3	Victor Arroyo

ENCUESTA 3C: INVERSIÓN

VARIABLES CLAVES		Inversionistas					Autoridades de Gobierno					Entidades Financieras					Fabricantes y Proveedores de Equipos					Instituciones Nacionales e Internacionales				
		Act 1					Act 2					Act 3					Act 4					Act 5				
EXPERTO ENERGÉTICO		1	2	3	4	M	1	2	3	4	M	1	2	3	4	M	1	2	3	4	M	1	2	3	4	M
Act 1	Inversionistas	0	0	0	0	0	4	2	3	3	3	2	3	3	2	3	2	2	1	2	2	2	1	3	2	2
Act 2	Autoridades de gobierno	4	1	3	3	3	0	0	0	0	0	2	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	3	1	1	2
Act 3	Entidades financieras	4	2	2	3	3	3	0	3	3	2	0	0	0	0	0	1	0	2	2	1	0	0	3	3	2
Act 4	Fabricantes y proveedores de equipos	2	0	3	2	2	2	0	2	2	2	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1
Act 5	Instituciones nacionales e internacionales	3	1	2	3	2	3	1	2	3	2	2	3	3	2	3	1	1	2	2	2	0	0	0	0	0

EXPERTO

1	Elmer Ramirez Q.
2	Julien Noel
3	Carlos González
4	José Ramos Saravia

ENCUESTA 3D: FINANCIEROS

VARIABLES CLAVES		Inversionistas					Autoridades de Gobierno					Entidades Financieras					Instituciones Nacionales e Internacionales				
		Act 1					Act 2					Act 3					Act 4				
EXPERTO ENERGÉTICO		1	2	3	4	M	1	2	3	4	M	1	2	3	4	M	1	2	3	4	M
Act 1	Inversionistas	0	0	0	0	0	2	2	3	1	2	3	4	4	2	3	0	3	2	2	2
Act 2	Autoridades de gobierno	3	3	2	4	3	0	0	0	0	0	3	4	2	4	3	3	4	1	4	3
Act 3	Entidades financieras	3	4	3	4	4	3	2	2	1	2	0	0	0	0	0	1	3	1	2	2
Act 4	Instituciones nacionales e internacionales	1	4	3	2	3	3	3	2	2	3	3	4	2	2	3	0	0	0	0	0

EXPERTO

1	Elmer Ramirez Q.
2	Alberto Rios
3	Carlos Orbezo
4	Ricardo Aguilar

ENCUESTA 3E: RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES

VARIABLES CLAVES		Inversionistas				Autoridades de Gobierno				Recursos Humanos			
		Act 1				Act 2				Act 3			
EXPERTO ENERGÉTICO		1	2	3	M	1	2	3	M	1	2	3	M
Act 1	Inversionistas	0	0	0	0	3	2	2	2	0	0	3	1
Act 2	Autoridades de gobierno	4	2	4	3	0	0	0	0	0	2	1	1
Act 3	Recursos humanos	2	0	3	2	2	0	2	1	0	0	0	0

EXPERTO

1	Elmer Ramirez Q.
2	José Ponce
3	Yofré Jacomé

ENCUESTA 3F: AMBIENTAL

VARIABLES CLAVES		Inversionistas				Autoridades de Gobierno				Comunidades Rurales				Instituciones Nacionales e Internacionales			
		Act 1				Act 2				Act 3				Act 4			
EXPERTO ENERGÉTICO		1	2	3	M	1	2	3	M	1	2	3	M	1	2	3	M
Act 1	Inversionistas	0	0	0	0	2	1	3	2	0	2	3	2	3	2	4	3
Act 2	Autoridades de gobierno	1	3	4	3	0	0	0	0	1	3	4	3	4	2	3	3
Act 3	Comunidades rurales	0	4	2	2	0	3	4	2	0	0	0	0	0	3	2	2
Act 4	Instituciones nacionales e internacionales	3	3	4	3	3	2	4	3	1	4	3	3	0	0	0	0

EXPERTO

1	Elmer Ramirez Q.
2	Johnny Nahui
3	Juan Olazabal

ENCUESTA 3G: NORMAS REGULATORIAS

VARIABLES CLAVES		Inversionistas					Autoridades de Gobierno					Instituciones Nacionales e Internacionales				
		Act 1					Act 2					Act 3				
EXPERTO ENERGÉTICO		1	2	3	4	M	1	2	3	4	M	1	2	3	4	M
Act 1	Inversionistas	0	0	0	0	0	3	3	3	1	3	0	3	3	1	2
Act 2	Autoridades de gobierno	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2
Act 3	Instituciones nacionales e internacionales	0	1	2	2	1	2	2	3	2	2	0	0	0	0	0

EXPERTO

1	Elmer Ramirez Q.
2	Alberto Rios
3	José Ramos
4	Eduardo Tiravanti

ENCUESTA 3H: FABRICANTES Y PROVEEDORES DE EQUIPOS

VARIABLES CLAVES		Inversionistas					Entidades Financieras					Fabricantes y Proveedores de Equipos				
		Act 1					Act 2					Act 3				
EXPERTO ENERGÉTICO		1	2	3	4	M	1	2	3	4	M	1	2	3	4	M
Act 1	Inversionistas	0	0	0	0	0	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3
Act 2	Entidades financieras	4	2	2	2	3	0	0	0	0	0	1	3		3	2
Act 3	Fabricantes y proveedores de equipos	2	2	2	3	2	0	3	2	2	2	0	0	0	0	0

Media acotada al 20%
 No respondió

EXPERTO

1	Elmer Ramirez Q.
2	Julien Noel
3	Rafael Vera
4	Raúl Vilcahuaman

ANEXO 18

Consolidado de las opiniones de expertos que respondieron las Encuestas: 3A, 3B, 3C, 3D, 3E, 3F, 3G y 3H respecto a las posiciones valoradas entre Actores x Objetivos.

ENCUESTA 3A: PARTICIPACIÓN DEL SECTOR PRIVADO

Objetivos estratégicos		Oportunidades de negocios rentables							Participación de los gobiernos							Apoyo financiero							Participación de las comunidades						
		Obj1							Obj2							Obj3							Obj4						
EXPERTO ENERGÉTICO		1	2	3	4	5	6	M	1	2	3	4	5	6	M	1	2	3	4	5	6	M	1	2	3	4	5	6	M
Act 1	Inversionistas	4	3	4	3	4	4	4	2	3	3	2	4	2	3	2	2	3	2	4	3	3	2	3	2	2	3	3	3
Act 2	Autoridades de gobierno	0	2	2	3	3	3	2	3	1	4	2	3	4	3	2	2	2	2	3	0	2	1	3	4	2	3	2	3
Act 3	Entidades financieras	0	3	3	2	2	4	2	0	1	3	1	1	1	1	2	3	3	3	3	4	3	1	0	2	0	1	1	1
Act 4	Comunidades rurales	4	1	1	0	2	3	2	4	1	4	3	2	3	3	4	2	2	4	3	2	3	4	4	4	4	3	4	4
Act 5	Fabricantes y proveedores de equipos	4	2	3	2	0	3	2	4	0	2	2	0	3	2	4	2	2	1	3	3	3	2	1	1	1	0	2	1
Act 6	Recursos humanos	2	2	3	3	2	4	3	2	3	2	2	1	4	2	1	1	2	1	2	4	2	1	3	2	2	1	3	2
Act 7	Instituciones nacionales e internacionales	2	3	2	3	4	3	3	3	3	3	2	2	1	2	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3	1	1	2

EXPERTO

1	Elmer Ramirez Q.
2	José Ramos Saravia
3	Rafael Vera
4	Jorge Chávez Retamozo
5	Carlos González Mingueza
6	Alberto Rios

ENCUESTA 3B: GESTIÓN DE LOS GOBIERNOS

Objetivos estratégicos		Mejora de la calidad de vida de pobladores en zonas rurales				Coordinación institucional				Inclusión social				Apoyo financiero				Mejora de la normatividad energética			
		Obj1				Obj2				Obj3				Obj4				Obj5			
EXPERTO ENERGÉTICO		1	2	3	M	1	2	3	M	1	2	3	M	1	2	3	M	1	2	3	M
Act 1	Inversionistas	2		2	2	1		2	2	2		1	2	2		2	2	1		1	1
Act 2	Autoridades de gobierno	3	3	3	3	1	3	1	2	3		3	3	2		1	2	2		3	3
Act 3	Comunidades rurales	4		4	4	-2		1	-1	4		4	4	2		1	2	0		0	0
Act 4	Recursos humanos	0		2	1	0		2	1	1		0	1	1		1	1	2		1	2
Act 5	Instituciones nacionales e internacionales	3		3	3	3		1	2	3		1	2	2		4	3	0		0	0

EXPERTO

1	Elmer Ramirez
2	Salome Gonzales Chávez
3	Victor Arroyo Chalco

ENCUESTA 3C: INVERSIÓN

Objetivos estratégicos		Proyectos energéticos económicos y sostenibles					Apoyo económico de los gobiernos					Recursos económicos del sector privado					Recursos económicos de las comunidades				
		Obj1					Obj2					Obj3					Obj4				
EXPERTO ENERGÉTICO		1	2	3	4	M	1	2	3	4	M	1	2	3	4	M	1	2	3	4	M
Act 1	Inversionistas	4	2	4	2	3	4	0	-1	2	1	1	4	2	2	2	1	3	-2	2	1
Act 2	Autoridades de gobierno	3	3	2	3	3	2	1	3	3	2	2	0	2	3	2	-3	3	1	3	1
Act 3	Entidades financieras	3	2	3	2	3	0	0	3	2	1	3	4	3	2	3	0	3	-2	2	1
Act 4	Fabricantes y proveedores de equipos	2	1	-1	3	1	2	0	-2	3	1	2	1	2	2	2	0	0	-1	2	0
Act 5	Instituciones nacionales e internacionales	3	2	3	3	3	3	0	1	3	2	3	4	2	3	3	0	3	2	3	2

EXPERTO

1	Elmer Ramirez
2	Julien Noel
3	Carlos González Mingueza
4	José Ramos Saravia

ENCUESTA 3D: FINANCIEROS

Objetivos estratégicos		Acceso del sector privado al financiamiento de proyectos energéticos para el sector rural					Acceder a las menores tasas de préstamo				
		Obj1					Obj2				
EXPERTO ENERGÉTICO		1	2	3	4	M	1	2	3	4	M
Act 1	Inversionistas	2	3	2	3	3	2	3	1	3	2
Act 2	Autoridades de gobierno	3	0	3	1	2	3	0	0	1	1
Act 3	Entidades financieras	4	4	1		3	0	4	0		1
Act 4	Instituciones nacionales e internacionales	3	4	3		3	3	4	0		2
		No respondio									

EXPERTO

1	Elmer Ramirez
2	Alberto Rios
3	Carlos Orbegoza
4	Ricardo Aguilar

ENCUESTA 3E: RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES

Objetivos estratégicos		Identificar y aprovechar las fuentes energéticas renovables del país				Acceder a las menores tasas de préstamo			
		Obj1				Obj2			
EXPERTO ENERGÉTICO		1	2	3	M	1	2	3	M
Act 1	Inversionistas	2	2	3	2	2	2	4	3
Act 2	Autoridades de gobierno	3	3	2	3	0	3	3	2
Act 3	Recursos humanos	2	2	3	2	2	1	2	2

EXPERTO

1	Elmer Ramirez
2	José Ponce
3	Yofré Jacomé

ENCUESTA 3F: AMBIENTAL

Objetivos estratégicos		Desarrollo de proyectos de generación de electricidad utilizando ERNC con menor impacto ambiental				Reconocimiento de las instituciones nacionales e internacionales para incentivar su apoyo			
		Obj1				Obj2			
EXPERTO ENERGÉTICO		1	2	3	M	1	2	3	M
Act 1	Inversionistas	2	0	2	1	2	3	4	3
Act 2	Autoridades de gobierno	3	3	4	3	3	2	4	3
Act 3	Comunidades rurales	0	4	4	3	0	4	2	2
Act 4	Instituciones nacionales e internacionales	3	3	3	3	3	3	4	3

EXPERTO

1	Elmer Ramirez
2	Johnny Nahui
3	Juan Olazabal

ENCUESTA 3G: NORMAS REGULATORIAS

Objetivos estratégicos		Implementar normas que permitan promover el desarrollo de proyectos					Incentivar al sector privado para invertir en proyectos energéticos				
		Obj1					Obj2				
EXPERTO ENERGÉTICO		1	2	3	4	M	1	2	3	4	M
Act 1	Inversionistas	2	3	2	4	3	2	3	2	3	3
Act 2	Autoridades de gobierno	3	4	3		3	3	3	3	3	3
Act 4	Instituciones nacionales e internacionales	3	2	3	3	3	3	2	3	2	3

EXPERTO

1	Elmer Ramirez
2	Alberto Rios
3	José Ramos
4	Eduardo Tiravanti

ENCUESTA 3H: FABRICANTES Y PROVEEDORES DE EQUIPOS

Objetivos estratégicos		Adquirir conocimiento de las tecnologías de vanguardia para el aprovechamiento de las fuentes energéticas renovables					Incluirlos como socios estratégicos para desarrollar proyectos de generación de electricidad utilizando las ERNC					Disponer de soluciones tecnológicas adecuadas y económicas para implementar proyectos de generación de electricidad utilizando las ERNC.				
		Obj1					Obj2					Obj3				
EXPERTO ENERGÉTICO		1	2	3	4	M	1	2	3	4	M	1	2	3	4	M
Act 1	Inversionistas	2	2	2	2	2	2	4	3	3	3	2	0	2	0	1
Act 2	Entidades financieras	0	2	2	0	1	0	3	3	0	2	1	2	2	0	1
Act 3	Fabricantes y proveedores de equipos	3	3	4	2	3	3	2	3	3	3	3	1	4	2	3

EXPERTO

1	Elmer Ramirez Q.
2	Julien Noel
3	Rafael Vera
4	Raúl Vilcahuaman

ANEXO 19

Expertos que participaron en la Encuesta 4 relacionado a la probabilidad de ocurrencia de eventos.

No		Nombre	País	Público	Privado	Cargo	Empresa
1	Ing.	Arroyo Chalco, Víctor	Perú		x	Gerente General	CINYDE
2	Dr.	González Minguez, Carlos	Perú		x	Gerente General	GC Energy Consulting, Inc
3	Msc.	Gamio Aita, Pedro Fernando	Perú		x	Gerente Regional para AL	GVEP International
4	Ing.	Bocanegra Alayo, Manuel	Perú		x	Gerente	Eficiencia Energética SAC
5	MBA	Tiravanti Zapata, Eduardo	Perú		x	Consultor	Stilar Energy SRL.
6	Ing.	Chávez Relamo, Jorge	Perú		x	Consultor	GAPEL SAC
7	Ing.	Mitma Ramirez, Riquel Ernes	Perú	x		Consultor	OSINERGMING
8	Ing.	José Ponce A.	Perú		x	Consultor	Inversiones Conbecsa SAC
9	Ing.	Jácome Depaz, Yofré	Perú		x	Consultor	COES-SINAC
10	Msc.	Vilcahuamán Sanabria, Raúl	Perú	x		Consultor-Académico	IANSA
11	Dr.	Rios, Alberto	España		x	Académico	Universidad Europea de Madrid
12	Dr.	Noel, Julien	Perú		x	Académico	Universidad UTEC
13	Dr.	Ramos Saravia, José	Perú		x	Académico	Universidad UTEC
14	Dr.	Vera Pomalaza, Rafael	Perú		x	Académico	Universidad UTEC
15	Msc.	Ramirez Quiroz, Elmer	Perú		x	Académico	Universidad UTEC
16	Msc.	Aguilar Quiroz, Ricardo Arturo	Perú		x	Consultor-Académico	Kallpa Generación S.A.

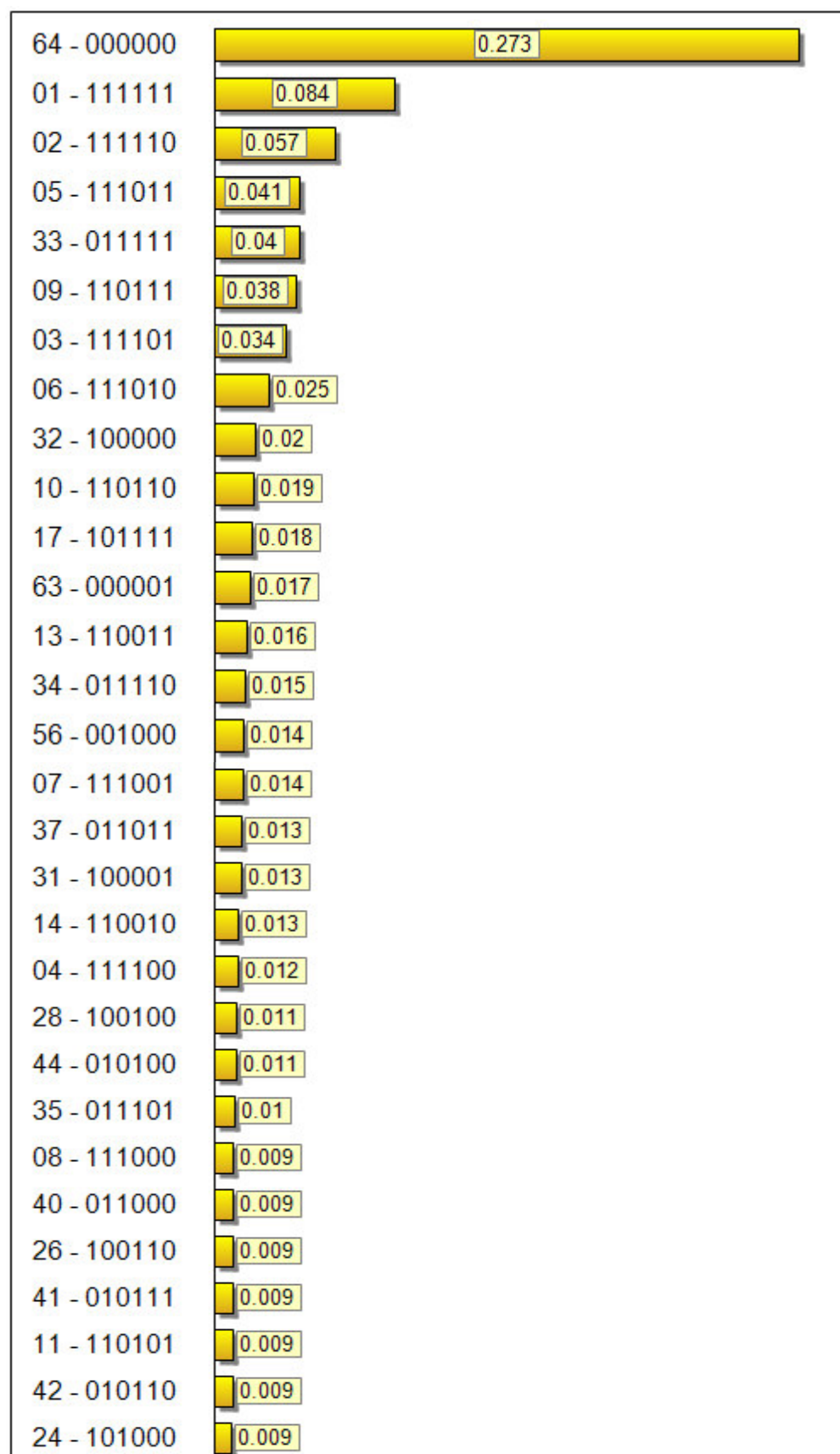
ANEXO 20

Consolidado de la opinión de los expertos respecto a la probabilidad de ocurrencia de eventos aislados y condicionales.

Probabilidades Simples y Condicionales												
Hipótesis específicas	H1		H2		H3		H4		H5		H6	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
H1	50%	0%	71%	25%	69%	33%	71%	33%	73%	28%	69%	35%
H2	77%	31%	54%	0%	82%	29%	81%	33%	85%	26%	79%	35%
H3	65%	29%	71%	18%	47%	0%	67%	31%	68%	27%	67%	32%
H4	62%	25%	66%	17%	63%	27%	43%	0%	67%	22%	62%	30%
H5	70%	25%	75%	16%	69%	28%	73%	27%	47%	0%	68%	31%
H6	59%	26%	62%	20%	61%	27%	61%	29%	62%	26%	43%	0%

ANEXO 21

Histograma de probabilidades de escenarios del conjunto de expertos



39 - 011001	0.008
45 - 010011	0.008
60 - 000100	0.008
38 - 011010	0.008
25 - 100111	0.008
55 - 001001	0.007
59 - 000101	0.006
52 - 001100	0.006
15 - 110001	0.005
23 - 101001	0.005
29 - 100011	0.005
16 - 110000	0.005
46 - 010010	0.005
30 - 100010	0.004
47 - 010001	0.004
36 - 011100	0.004
21 - 101011	0.004
54 - 001010	0.003
18 - 101110	0.003
50 - 001110	0.003
22 - 101010	0.003
62 - 000010	0.003
61 - 000011	0.003
49 - 001111	0.002
53 - 001011	0.002
20 - 101100	0.002
58 - 000110	0.002
12 - 110100	0.002
48 - 010000	0.001
43 - 010101	0.001
19 - 101101	0.001
57 - 000111	0.001
27 - 100101	
51 - 001101	

ANEXO 22

Herramientas de Planificación Prospectiva Estratégica

A. ANÁLISIS ESTRUCTURAL - *Método MICMAC*

El análisis estructural es una herramienta de estructuración de una reflexión colectiva. Ofrece la posibilidad de describir un sistema con ayuda de una matriz que relaciona todos sus elementos constitutivos. Partiendo de esta descripción, este método tiene por objetivo, hacer aparecer las principales variables influyente y dependientes y por ello las variables esenciales a la evolución del sistema.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

El análisis estructural se realiza en coordinación con expertos de experiencia en el tema de estudio, considerando la asesoría de "consejeros" externos.

Las diferentes fases del método son:

- listado de las variables,
- descripción de relaciones entre variables y
- identificación de variables claves.

Fase 1: listado de las variables

La primera etapa consiste en enumerar el conjunto de variables que caracterizan el sistema estudiado y su entorno (tanto las variables internas como las externas), en el trabajo de esta fase es importante ser lo más exhaustivo posible y no excluir a priori ninguna pista de investigación.

Se sugiere realizar el listado de variables mediante conversaciones con personas que se estima son representantes de actores del sistema estudiado.

La experiencia demuestra que esta lista no debe exceder el número de 70-80 variables, habiendo tomado suficiente tiempo para circunscribir el sistema estudiado.

La explicación detallada de las variables es indispensable para facilitar el seguimiento del análisis y la localización de relaciones entre estas variables y con ello permitir constituir la base de temas necesarios para toda reflexión prospectiva. Es necesario definir con precisión cada una de las variables, trazar sus evoluciones pasadas, así como identificar las variables que han dado origen a esta evolución, caracterizar su situación actual y descubrir las tendencias o rupturas futuras.

Fase 2: Descripción de relaciones entre las variables

Una variable existe únicamente por su tejido relacional con las otras variables. En este sentido, el análisis estructural se ocupa de relacionar las variables en una matriz de relaciones directas.

Se recomienda realizarlo por un equipo de personas que hayan participado previamente en el listado de variables y en su definición. El análisis cualitativo por cada pareja de variables, se plantean en base a las preguntas siguientes: ¿existe una relación de influencia directa entre la variable *i* y la variable *j*? si la respuesta es no, anotar con 0, en el caso contrario, preguntarse si la relación de influencia directa es, débil (1), mediana (2), fuerte (3) o potencial (4).

Esta fase de completar la matriz sirve para plantearse a propósito de *n* variables, $n \times n - 1$ preguntas (cerca de 5000 para 70 variables), algunas de las cuales pudieran caer en el olvido a falta de una reflexión tan sistemática y exhaustiva. Este procedimiento de interrogación hace posible no sólo evitar errores, sino también ordenar y clasificar ideas dando lugar a la creación de un lenguaje común en el seno del grupo; de la misma manera ello permite redefinir las variables y en consecuencia afinar el análisis del sistema. La experiencia muestra que una tasa normal para completar la matriz se sitúa alrededor del 20%.

Fase 3: identificación de las variables claves con MICMAC

Esta fase consiste en la identificación de variables claves, es decir, aquellas que son esenciales a la evolución del sistema, en primer lugar mediante una clasificación directa (de realización fácil), y posteriormente por una clasificación indirecta llamada MICMAC. Esta clasificación indirecta se obtiene después de la elevación en potencia de la matriz.

La comparación de la jerarquización de las variables en las diferentes clasificación (directa, indirecta y potencial) es un proceso rico en enseñanzas. Ello permite confirmar la importancia de ciertas variables, pero de igual manera permite desvelar ciertas variables que en razón de sus acciones indirectas juegan un papel principal y que la clasificación directa no ponía de manifiesto.

UTILIDAD Y LÍMITES

El interés del análisis estructural es estimular la reflexión en el seno del grupo y de hacer reflexionar sobre los aspectos contra-intuitivos del comportamiento de un sistema. Tales resultados nunca deben ser tomados al pie de la letra, sino que su finalidad es solamente la de hacer reflexionar. Está claro que no hay una lectura única y "oficial" de resultados del MICMAC y conviene que el grupo forje su propia interpretación.

Los límites son los relativos al carácter subjetivo de la lista de variables elaboradas durante la primera fase, tanto como las relaciones entre variables por ello es de gran interés la relación con los actores del sistema. Esta subjetividad viene del hecho, bien conocido, de que un análisis estructural no es la realidad, pero es un medio para verla. La ambición de esta herramienta es precisamente la de permitir la estructuración de la reflexión colectiva reduciendo sus inevitables rodeos. De hecho, tanto los resultados como los datos de entrada (lista de variables y matriz) nos dicen como percibe la realidad el grupo de

trabajo, en consecuencia como se ve el propio grupo sobre sí mismo y sobre el sistema estudiado.

FUNDAMENTACIÓN

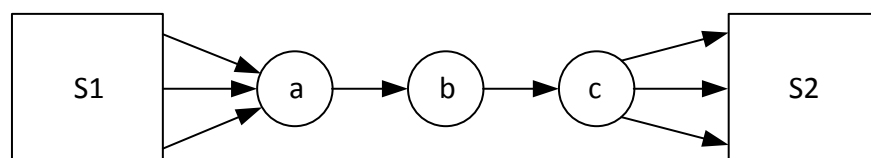
El objeto del método MIMAC es identificar las variables más motrices y más dependientes, es decir, las variables clave, construyendo una tipología de las variables mediante clasificaciones directas e indirectas.

Relaciones directas e indirectas

Un examen sencillo de la matriz permite identificar las variables que ejercen la mayor acción directa, pero no es suficiente para revelar las variables «ocultas» que algunas veces ejercen una fuerte influencia sobre el problema estudiado.

Analizando todas las influencias directas, se obtiene una serie de informaciones: la suma de la línea representa el número de veces donde la variable i ejerce una acción sobre el sistema. Este número constituye un indicador de motricidad de la variable i . De la misma forma, la suma de la j enésima columna representa el número de veces que j ejerce su influencia sobre las otras variables, y constituye un indicador de dependencia de la variable j . Así, se obtiene para cada variable un indicador de motricidad y un indicador de dependencia, lo que permite clasificar las variables según estos dos criterios.

Considerando el siguiente ejemplo donde el sistema de variables se descompone en dos $S1$ y $S2$, los cuales serían independientes si no estuvieran ligados por las variables intermedias a , b , c .



En términos de efectos directos:

“a” es fuertemente dependiente del subsistema S1 y “c” domina el subsistema S2. El análisis en términos de efectos directos lleva a negar la variable b, la cual por tanto representa el elemento esencial de la estructura del sistema puesto que es el punto de paso relacional entre los dos subsistemas S1 y S2.

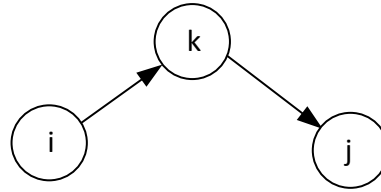
En efecto, además de las relaciones directas, también existen relaciones indirectas entre variables, mediante cadenas de influencia y bucles de reacción (retroalimentación). Una matriz corriente que incluye varias decenas de variables puede comprender varios millones de interacciones en forma de cadenas y bucles. Para la mente humana es imposible imaginar e interpretar una red de relaciones de tal magnitud.

El método MICMAC, un programa de multiplicación matricial aplicado a la matriz estructural, permite estudiar la difusión de los impactos por los caminos y bucles de reacción y, por consiguiente, jerarquizar las variables de la siguiente manera:

- Por orden de motricidad, teniendo en cuenta el número de caminos y bucles de longitud 1,2,...n salientes de cada variable;
- Por orden de dependencia, teniendo en cuenta los caminos y bucles de longitud 1, 2,... n, que llegan a cada variable.

Principio del método MICMAC: elevación de la matriz a una potencia

El principio del método MICMAC se basa en las propiedades clásicas de las matrices booleanas. Si la variable **i** influye directamente sobre la variable **k**, y si **k** influye directamente sobre la variable **j**, resulta el siguiente esquema:



En este caso, cualquier cambio que afecte a la variable i puede repercutir sobre la variable j . Hay entonces una relación indirecta entre i y j . En la matriz de análisis estructural existen numerosas relaciones indirectas del tipo $i - j$ que no pueden tenerse en cuenta según la clasificación directa.

La elevación al cuadrado de la matriz pone en evidencia las relaciones de orden 2, entre i y j .

En efecto, $A^2 = A \times A = (a^{2ij})$

Donde $a^{2ij} = \sum_k a^{1ik} a^{1kj}$.

Cuando a^{2ij} no es igual a 0 es porque existe por lo menos un k de tal manera que $a^{1ik} a^{1kj} = 1$, es decir que existe por lo menos una variable intermedia k que hace que la variable i ejerza una influencia sobre k ($a^{1ik} = 1$), y que la variable k ejerza una influencia sobre la variable j ($a^{1kj} = 1$). Podemos decir que hay un camino de orden 2 en el sentido i hacia j ; si $a^{2ij} = N$, hay N caminos de longitud 2 que van de i hacia j y pasan por N variables intermedias.

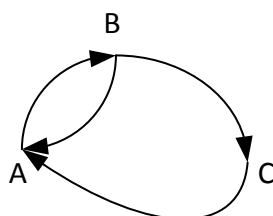
Al calcular A^3, A^4, \dots, A^n , se obtiene de la misma manera el número de caminos de influencia (o de bucles de influencia) de orden 3, 4, ..., n que unen las variables entre sí.

En cada repetición se deduce una nueva jerarquía de las variables, clasificadas esta vez en función del número de las acciones indirectas (las influencias) que ejercen sobre las demás variables. Se comprueba que a partir de una cierta potencia (por lo general a partir del 4 ó 5) la

jerarquía permanece estable. Esta jerarquía es la que constituye la clasificación MICMAC.

Cuando la suma en línea $\sum_j a_{ij}^n$ se eleva para la variable i (siendo a_{ij}^n un elemento de la matriz elevada a la potencia n), esto significa que existe un gran número de caminos de longitud n que parten de la variable i , y que dicha variable i ejerce un gran número de influencias sobre las demás variables del sistema (o del subsistema, si se está trabajando con un bloque). La clasificación indirecta MICMAC permite clasificar las variables en función de la influencia que ejerce (o que reciben), teniendo en cuenta toda la red de relaciones descrita por la matriz de análisis estructural.

A continuación se presenta a manera de ejemplo, tomado de la tesis de J.F. Lefebvre. Consideremos un sistema que se identifica por tres variables: A, B, C, las cuales influirían unas sobre otras según el gráfico siguiente:



De este modo, la matriz de análisis estructural puede escribirse de la siguiente manera:

$$M = \begin{array}{c|ccc|c} & \begin{array}{c} \nearrow A \\ A \\ B \\ C \end{array} & \begin{array}{c} A \\ B \\ C \end{array} & \begin{array}{c} C \end{array} & \begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ 1 \end{array} \\ \hline & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} & & & \\ \hline & \begin{bmatrix} 2 & 1 & 1 \end{bmatrix} & & & \end{array}$$

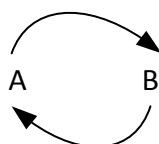
En esta primera matriz, los elementos de la diagonal siempre están en cero. No se tiene en cuenta la influencia de una variable sobre sí

misma, mientras que en los efectos indirectos (actualizados gracias a la multiplicación de la matriz por si misma) si se tiene en cuenta los efectos de una variable sobre si misma (efectos que pasan necesariamente a través de otra variable).

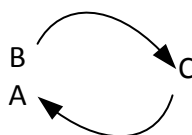
$$M^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix}$$

2	2	1
---	---	---

La cifra 1 de la primera línea, primera columna, significa que existe un circuito de longitud 2 que va de A a A. En efecto:



La cifra 1 de la segunda línea, primera columna, significa que existe camino de longitud 2 para pasar de B a A. En efecto:



$$M^3 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \\ 2 \end{bmatrix}$$

3	2	2
---	---	---

Se podrá verificar por sí mismo que los elementos de la matriz elevada a la potencia 3 indican los caminos y los circuitos de longitud 3 para pasar de una variable a otra.

Como se señaló, es interesante apuntar que las clasificaciones en línea y columna se hacen estables a partir de cierta potencia. Sin embargo, las clasificaciones de la matriz elevada a cierta potencia señalan claramente la importancia de algunas variables según los efectos indirectos de «retroalimentación».

$$M^4 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 \\ 4 \\ 2 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 4 & 3 & 2 \end{bmatrix}$$

$$M^5 = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4 \\ 5 \\ 3 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 5 & 4 & 3 \end{bmatrix}$$

$$M^6 = \begin{bmatrix} 2 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 2 \\ 2 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \\ 7 \\ 4 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 7 & 5 & 4 \end{bmatrix}$$

Aquí las clasificaciones en línea y en columna se hacen estables a partir de la cuarta potencia.

Las tres clasificaciones: directa, indirecta y potencial

Se trata de hacer evidentes las variables más motrices y las más dependientes.

Se entiende que las variables motrices son aquellas cuya evolución condiciona más el sistema, tanto que las variables dependientes son las más sensibles a la evolución de este sistema.

Además del simple examen de la matriz para localizar las variables con mayor número de relaciones con el sistema, conviene descubrir las variables «ocultas», es decir, aquellas que, habida cuenta de las relaciones indirectas, de los bucles de retroacción (retroalimentación)

aparecen también como muy importantes. De esta forma, las variables se clasifican según el número y la intensidad de las relaciones en que se encuentran implicadas tanto en cuanto a motricidad como a dependencia.

Se distinguen tres clasificaciones: directa, indirecta y potencial según sea la naturaleza de las consideradas.

La comparación de las clasificaciones directa, indirecta y potencial reviste tanto mayor interés cuanto que puede asociarse a estas diferentes clasificaciones un horizonte temporal a:

- La clasificación directa es la resultante del juego de relaciones a corto y medio plazo; por lo general su horizonte corresponde a menos de un decenio.
- La clasificación indirecta integra efectos en cadena que requieren necesariamente tiempo y nos sitúa en un horizonte más alejado que el medio y el corto plazo (1-15 años).
- La clasificación potencial va más lejos que la indirecta pues integra relaciones que eventualmente nacerán más tarde y no ejercerán su influencia en el sistema más que en el muy largo plazo.

Naturalmente muchos de los resultados obtenidos por estas clasificaciones no hacen más que confirmar intuiciones de partida. Pero, algunas no dejan de sorprender e invitan a una flexión complementaria.

B. EL MÉTODO MACTOR

OBJETIVO

Método de análisis de juego de actores, Mactor busca valorar las relaciones de fuerza entre los actores y estudiar sus convergencias y divergencias con respecto a un cierto número de posturas y de objetivos asociados.

A partir de este análisis, el objetivo de la utilización del método Mactor es el de facilitar a un actor una ayuda para la decisión de la puesta en marcha de su política de alianzas y de conflictos.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

El método Mactor comprende siete fases:

Fase 1: construir el cuadro "estrategias de los actores"

La construcción de este cuadro se refiere a los actores que controlan las variables claves surgidas del análisis estructural: el juego de estos actores "motores" es lo que explica la evolución de las variables controladas (el número útil de actores se sitúa entre 10-20).

Las informaciones recogidas sobre los actores se sitúan del siguiente modo:

- establecer por una parte una verdadera carta de identidad de cada actor: sus finalidades, objetivos, proyectos en desarrollo y en maduración (preferencias), sus motivaciones, obligaciones y medios de acción internos (coherencia), su comportamiento estratégico pasado (actitud),
- examinar por otra parte los medios de acción que dispone cada actor sobre los otros para llevar a buen término sus proyectos.

Fase 2: identificar los retos estratégicos y los objetivos asociados

El choque de los actores, en función de sus finalidades, proyectos y medios de acción a ellos asociados, permite revelar un cierto número de retos estratégicos sobre los que los actores tienen objetivos convergentes o divergentes.

Fase 3: situar cada actor en relación con los objetivos estratégicos (matriz de posiciones)

Se debate en esta etapa una representación matricial Actores x Objetivos la actitud actual de cada actor en relación a cada objetivo indicando su acuerdo (+1), su desacuerdo (-1) o bien su neutralidad (0).

Para enumerar los juegos de alianzas y de conflictos posibles, el método Mactor precisa del número de objetivos sobre los cuales los actores, tomados de dos a dos, están en convergencia o divergencia.

Se establecen dos primeros gráficos complementarios de convergencias después de las divergencias posibles. Permiten visualizar los grupos de actores en convergencia de intereses, de evaluar su grado de libertad aparente, de identificar los actores más amenazados potencialmente y de analizar la estabilidad del sistema.

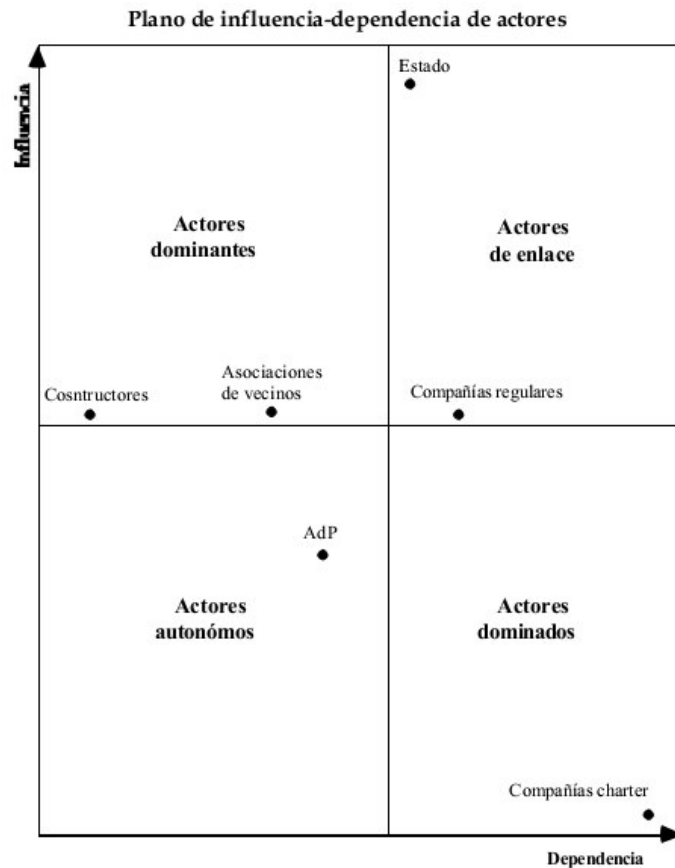
Fase 4: jerarquizar para cada actor sus prioridades de objetivos (matriz de posiciones valoradas)

Para comparar el modelo de la realidad, conviene tener en cuenta igualmente la jerarquización de los objetivos para cada actor. Se evalúa así la intensidad del posicionamiento de cada actor con la ayuda de una escala específica.

Fase 5: evaluar las relaciones de fuerza de los actores

Se construye una matriz de influencias directas entre actores a partir de un cuadro estratégico de actores valorando los medios de acción de cada actor. Las relaciones de fuerza son calculadas por el programa Mactor teniendo en cuenta la fidelidad de los medios de acción directos e indirectos (un actor puede actuar sobre otro por mediación de un tercero).

Se construye un plano de influencia-dependencia de actores. El análisis de las relaciones de fuerza de los actores antepone las fuerzas y las debilidades de cada uno los actores, sus posibilidades de bloqueo, etc.



Fase 6: integrar las relaciones de fuerza en el análisis de convergencias y de divergencias entre actores

Decir que un actor pesa dos veces más que otro en la relación de fuerza global, es dar implícitamente un doble peso a su implicación sobre los objetivos que le interesan. El objeto de esta etapa consiste justamente en integrar la relación de fuerza de cada actor con la intensidad de su posicionamiento en relación a los objetivos.

Obtenemos nuevos gráficos de convergencias y divergencias posibles entre todos los actores. La comparación entre las series de gráficos permite observar la deformación de alianzas y conflictos potenciales teniendo en cuenta la jerarquización de objetivos y las relaciones de fuerza entre los actores.

Fase 7: formular las recomendaciones estratégicas y las preguntas clave del futuro

Por el juego de alianzas y de conflictos potenciales entre actores que ponen de manifiesto, el método Mactor contribuye a la formulación de preguntas clave de la prospectiva y de recomendaciones estratégicas. Ayuda por ejemplo, a interrogarse sobre las posibilidades de evolución de relaciones entre actores, la emergencia y la desaparición de actores, los cambios de funciones, etc.

UTILIDAD Y LÍMITES

El método Mactor presenta la ventaja de tener un carácter muy operacional para una gran diversidad de juegos implicando numerosos actores frente a una serie de posturas y de objetivos asociados. En eso, se diferencia de las búsquedas resultantes de la teoría de juegos que desembocan frecuentemente sobre la construcción de modelos aplicados no aplicables.

El método Mactor implica un cierto número de limitaciones, principalmente concernientes a la obtención de la información necesaria. La resistencia de los actores a revelar sus proyectos estratégicos y los medios de acción externos. Existe una parte irreductible de confidencialidad (con todo es posible proceder a contrastes y cruzamientos de información provenientes de diversas fuentes de una manera útil).

El método presupone un comportamiento coherente de todos los actores en relación con sus finalidades, lo cual se encuentra a menudo en contradicción con la realidad.

En referencia a las herramientas propuestas, el programa Mactor tal y como funciona actualmente no requiere más que dos cuadros de datos a partir de los cuales se obtienen múltiples páginas de listados de resultados y de esquemas.

C. IMPACTOS CRUZADOS PROBABILIZADOS: SMIC

OBJETIVO

Los métodos de impactos cruzados probabilistas vienen a determinar las probabilidades simples y condicionadas de hipótesis o eventos, así como las probabilidades de combinaciones de estos últimos, teniendo en cuenta las interacciones entre los eventos y/o hipótesis.

El objetivo de estos métodos no es solamente el de hacer destacar los escenarios más probables, sino también el de examinar las combinaciones de hipótesis que serán excluidas a priori.

DESCRIPCION DEL MÉTODO

El método funciona generalmente bajo la forma de una interrogación por vía electrónica y permite, eliminar la parte de subjetividad debido al encuestador ya que en lugar de juzgar según las frases, se juzga según las respuestas cifradas. La imprecisión de las respuestas del experto es reducida ya que se le pide apreciar la probabilidad de realización de una hipótesis con la ayuda de una probabilidad que va de 1 (probabilidad muy débil) a 5 (acontecimiento muy probable). Después se le pide apreciar, bajo forma de probabilidades condicionales, la realización de una hipótesis en función de todas otras. La nota 6 corresponde entonces a la independencia de la hipótesis.

En consecuencia, el experto está obligado a revisar varias veces su juicio y, de algún modo, está forzado a revelar la coherencia implícita de su razonamiento. El reverso de la moneda reside en el hecho de que está obligado a caracterizar el futuro de un fenómeno complejo por un número limitado de hipótesis contrariamente a lo que hacen algunos sondeos. Pero éstos no tienen en cuenta la interdependencia entre las cuestiones realizadas y acaban a menudo en respuestas aparentemente contradictorias lo cual puede ser a veces una ventaja.

El método obliga a realizar un trabajo de información y de reflexión muy importante con el fin de seleccionar las hipótesis esenciales. De ahí la importancia del análisis estructural y de la comprensión de los juegos de actores para identificar las variables clave y formular las hipótesis estratégicas. La cantidad de información recogida en una encuesta SMIC, de 60 a 80 preguntas, a las cuales responden en general de 40 a 60 expertos, es del mismo orden de grandeza que la cantidad de información provista en un sondeo clásico sobre dos o tres cuestiones en una muestra de 1000 personas representativa.

De esta manera se entiende que hay que hacer una elección entre una representación fuerte para un número débil de preguntas y un análisis en profundidad de la « visión del mundo » de un pequeño número de expertos.

PRINCIPIO DE SMIC - PROB EXPERT

La realización de una hipótesis a un horizonte dado, constituye un acontecimiento y el conjunto de las hipótesis constituye un referente en el cual hay tantos estados posibles, es decir tantas imágenes finales que de combinaciones de juegos de hipótesis. El método Smic permite, a partir de informaciones provistas por expertos, elegir, entre las 2^n imágenes posibles, aquellas que merecen ser más estudiadas, teniendo en cuenta sus probabilidades de realización.

A los expertos interrogados se les pide (en grupo o de forma aislada) proveer información:

- la lista de n hipótesis consideradas como fundamentales para el objetivo del estudio : $H = (H_1, H_2 \dots H_n)$;
- las probabilidades simples de realización a un horizonte dado: $P(i)$ probabilidad de la hipótesis H_i ;
- las probabilidades condicionales de las hipótesis relacionadas de dos en dos:

$P(i/j)$ probabilidad de i si j se realiza

$P(i/)$ probabilidad de i si j no se realiza.

En la práctica, las opiniones que se dan sobre ciertas cuestiones particulares sobre hipótesis no independientes, son incoherentes con los problemas clásicos sobre las probabilidades. Estas opiniones brutas deben ser de tal manera que los resultados netos respeten las condiciones que aquí se señalan:

a) $0 < P(i) < 1$

b) $P(i/j) \cdot P(j) = P(j/i) \cdot P(i) = P(i,j)$

c) $P(i/j) \cdot P(j) + P(i/noj) \cdot P(noj) = P(i)$

El principio del método Smic consiste en corregir las opiniones brutas expresadas por los expertos de manera que se obtengan resultados netos coherentes (es decir que satisfagan los problemas clásicos sobre las probabilidades), los más cercanos posibles de las estimaciones iniciales.

El método tiene en cuenta el hecho de que las opiniones emitidas a raíz de ciertas cuestiones particulares, sobre hipótesis no independientes, encierra una cierta parte de incoherencia comparando con la opinión global expresada, pero implícita, si se considera el conjunto de respuestas a otras cuestiones. Se puede pensar en optimizar una cierta función de las probabilidades individuales y condicionales bajo el problema aquí descrito. Pero la no-linearidad de los problemas sobre las probabilidades de las hipótesis aisladas impone condiciones particulares al óptimo: esto nos lleva a interesarnos a las probabilidades de combinaciones de hipótesis, es decir escenarios de situación.

El principio retenido es el obtener probabilidades netas y coherentes sobre las hipótesis a partir de probabilidades de juegos de hipótesis, es

decir de la opinión global inexpressada pero implícita sobre los escenarios.

RESULTADOS: JERARQUIA DE LOS ESCENARIOS Y ANALISIS DE SENSIBILIDAD.

El programa provee primero una solución llamada mediana de repartición de probabilidades sobre los juegos de hipótesis. Esta solución que, minimizando la forma cuadrática, es la menos alejada posible de la solución equiprobable, que daría a cada escenario la misma probabilidad. Por oposición, hay en la infinidad de soluciones posibles en π algunos que dan valores extremums a cada uno de los escenarios. El programa da la secuencia de 8 primeros extremums. Para cada 8 primeros extremums, el programa provee también las incertidumbres entre el valor mínimo y máximo que puede tomar cada escenario.

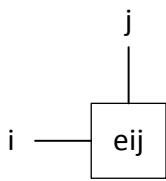
El módulo de cálculo Prob-Expert da para cada experto las secuencias de probabilidades $(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_r)$ de los r escenarios que afecta el valor más elevado al escenario más probable:

$$(\text{Criterio de Max } (\text{Max } \pi_k))$$

Así se obtiene una clasificación cardinal de los escenarios posibles, lo que permite delimitar el dominio de los realizables reteniendo sólo aquellos que tengan una probabilidad nula.

En el interior del dominio de los realizables, se pueden distinguir escenarios más probables que otros, entre los cuales se podrá elegir situaciones de referencia y situaciones contrastadas. De las probabilidades de juegos de hipótesis, se puede deducir probabilidades simples y condicionales coherentes de las hipótesis, es decir satisfaciendo a las condiciones a, b, c recordadas más arriba. La continuación del método consiste en un análisis de sensibilidad y

permite deducir variables motrices (o dominantes) y variables dominadas.



The diagram shows a square box containing the text 'eij'. A horizontal line segment extends to the left from the box, ending at the letter 'i'. A vertical line segment extends upwards from the box, ending at the letter 'j'.

$$e(ij) = \frac{P(i) \cdot \Delta P(j)}{P(j) \cdot \Delta P(i)}$$

Los efectos de la acción sobre cada hipótesis se miden con los coeficientes de elasticidad e_{ij} . Así se construye una matriz de elasticidad en el cual los totales marginales en línea dan, por una variación relativa de la probabilidad de i (10 % por ejemplo), las sumas (en valor absoluto) de las variaciones relativas inducidas sobre las probabilidades de otras hipótesis. Esta suma traduce de alguna manera la motricidad de la hipótesis i sobre las otras. De la misma manera, los totales marginales en columna permiten apreciar la dependencia de las hipótesis.

El análisis de sensibilidad indica cuales son las hipótesis que hay que favorecer o impedir para que el sistema evalúe en el sentido deseado. Estas elasticidades se pueden calcular por simulación (haciendo girar varias veces el modelo de relaciones entre las probabilidades). Sin embargo, para un gran número de expertos, es posible medir el impacto de un acontecimiento sobre otro por comparación de desplazamientos de histogramas de los $p(i)$, $p(i/j)$, $p(i/j)$

ELECCION DE IMAGENES FINALES

Se dispone para cada experto retenido, de la solución mediana y de probabilidades de los escenarios. El programa calcula entonces la media de probabilidades de los escenarios, para el conjunto de los expertos. La clasificación media que se obtiene así permite despejar el núcleo más probable. Así, para seis acontecimientos y 64 escenarios

posibles, se constata, en general, que un tercio de los escenarios concentra 90 % de la probabilidad y un sexto entre 60 % y 75 %.

Considerando esta información sobre las probabilidades de escenarios por grupo de expertos y como media que se elige uno o varios escenarios de referencia (escenarios a menudo citados, y con una fuerte media de probabilidades) y de los escenarios contrastados por su naturaleza y su combinación de hipótesis y a menudo caracterizadas por su probabilidad media más débil.

Finalmente, el rol del método Smic se resume esencialmente en delimitar los futuros más probables que serán objeto del método de los escenarios. Una vez que se determinan las imágenes finales, el objeto del método de los escenarios consiste en describir de manera coherente los diferentes caminos que, partiendo de la situación actual, conducen a ellos, teniendo en cuenta mecanismos de las evoluciones y comportamientos de actores analizados en la base.

UTILIDADES Y LÍMITES

Los métodos denominados interacciones probabilistas, constituyen un progreso en relación al Delphi ya que tienen como ventaja el tener en cuenta las interacciones entre eventos. Contrariamente al método Delphi, el SMIC tiene en cuenta la interdependencia entre los temas propuestos y asegura la coherencia de las respuestas. Su puesta en marcha es bastante sencilla. Su desarrollo es bastante rápido y los resultados obtenidos son por lo general de fácil interpretación.

Finalmente, es una excelente "barrera defensiva" intelectual que permite a menudo poner ciertas ideas comúnmente aceptadas y sobretodo cerciorarse de que los escenarios estudiados cubren una parte razonable del campo de probabilidades. Es decir que al menos existan 7 u 8 probabilidades sobre diez de que la realidad futura corresponda a uno de los escenarios adoptados.

Hay que evitar en la medida de lo posible una aplicación excesivamente mecánica de todos estos métodos y no olvidar que las probabilidades obtenidas son probabilidades subjetivas, es decir, no se basan en frecuencias observadas sino en opiniones.